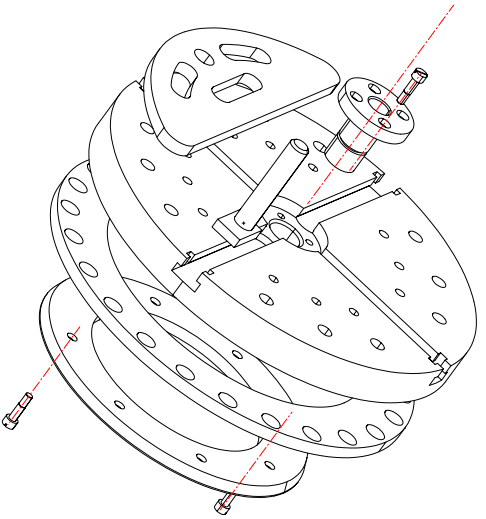
Калачёв О.Н.

Применение CAD/CAM *Cimatron* для создания моделей деталей



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Калачёв О.Н.

Применение CAD/CAM Cimatron для создания моделей деталей

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Автоматизации и управление» и специальностям «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты», «Автоматизация технологических процессов и производств»

Ярославль
2000

УДК 681.31.00
ББК 32.973.2
К17

Калачев О.Н.
К17 Применение CAD/CAM Cimatron для создания моделей деталей: Учебное пособие. – Яросл. гос. техн. ун-т. Ярославль, 2000. - 48 с.

ISBN 5-230-18415-9

Изложены сведения о составе и возможностях системы. Описываются режимы управления изображением с помощью клавиатуры и мыши. Приводится методика создания основных видов твердотельных компонентов. Представлены примеры трехмерного моделирования.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 552900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», специальностям: 120100 – «Технология машиностроения», 120200 – «Металлорежущие станки и инструмент», а также для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий.

Табл.1. Ил. 57. Библиогр. 4.

УДК 681.31.00
ББК 32.973.2

Рецензенты: кафедра «Технология авиационных двигателей и общего машиностроения» Рыбинской государственной авиационной технологической академии; А.Д. Рехтер, нач. отд. САПР АО «Автодизель»

Редактор М.А. Канакотина

План 1999

Изд. лиц. ЛР N 020311 от 15.12.96. Подписано в печать 3.03.2000
Формат 60x84 1/16. Бумага белая. Офсетная печать.
Усл. печ. л.2,79. Уч.-изд. л. 2,73. Тираж 100. Заказ *1043*

Ярославский государственный технический университет
150023, Ярославль, Московский пр., 88
Типография Ярославского государственного технического университета
150028, Ярославль, ул. Советская, 14а

ISBN 5-230-18415-9

© Ярославский государственный технический университет, 2000
© Оригинал-макет, Калачев О.Н., 2000

Советским
конструкторам и технологам-машиностроителям,
неустанным трудом выковавшим для Красной Армии оружие Победы

ПРЕДИСЛОВИЕ

Как известно, одной из основных функций инженера является проектирование изделий или технологических процессов их изготовления. Традиционно эти функции разделены как при обучении специалистов, так и в сфере их деятельности на производстве. Отражая сложившуюся практику последовательной реализации процессов конструирования и разработки технологии изготовления, системы автоматизированного проектирования (САПР) в машиностроении принято делить, по крайней мере, на два основных вида:

- САПР конструирования изделий;
- САПР технологии их изготовления.

САПР конструирования изделий, которую на Западе называют CAD (Computer Aided Design), выполняет объемное и плоское геометрическое моделирование, инженерный анализ, оценку проектных решений, получение чертежей. Исследовательский этап САПР изделий иногда выделяется в самостоятельную автоматизированную систему научных исследований (АСНИ) или, если использовать западную терминологию, инжиниринга – CAE (Computer Aided Engineering).

САПР технологии изготовления, которую в России принято называть автоматизированной системой технологической подготовки производства (АСТПП), формирует технологические маршруты, выбирает оборудование, выполняет разработку технологических процессов, технологической оснастки. Более узкой задачей САПР технологических процессов (САПР ТП), а на Западе – CAPP (Computer Automated Process Planning), является проектирование документации (маршрутной, операционной), доводимой до рабочих мест и с разной степенью подробности регламентирующей процесс изготовления детали.

Подготовленная в CAD модель вводится в систему CAM (Computer Aided Manufacturing), задачей которой является разработка управляющих программ (УП) для оборудования с ЧПУ.

Кардинальное изменение процессов конструирования и изготовления изделий на машиностроительных предприятиях Запада состоит в объединении (интеграции) компьютерных систем CAD, CAPP и CAM.

Производство, построенное по этому принципу, получило название “компьютерно-интегрированного производства” (от английской аббревиатуры CIM – Computer Integrated Manufacturing). Программные системы, обслуживающие «сквозной», «безбумажный» процесс проектирования конструкции изделия и, с той или иной степенью подробности, технологии его изготовления принято называть CAD/CAM-системами. При этом «CAM» указывает на наличие модулей NC, и, следовательно, получение на «выходе» системы УП для различных методов обработки. Обозначение «CAD/CAM/CAE» подчеркивает развитые возможности инженерного анализа, например, на основе метода конечных элементов.

Наиболее яркой особенностью CAD/CAM-систем является так называемое твердотельное создание (моделирование) изделия исключительно на экране компьютера, просмотр на экране (визуализация) процесса обработки деталей и передача сгенерированных УП по компьютерным сетям на оборудование с ЧПУ, а также получение с помощью лазерных устройств готовых полимерных образов (стереолитография) будущих металлических деталей для изготовления литейных форм и штампов.

Традиционный чертеж и бумажная документация становятся побочным продуктом проектирования, сроки подготовки производства сокращаются, повышается качество и конкурентоспособность продукции.

Таким образом, специфика профессиональной деятельности современного инженера-технолога такова, что в ней переплетаются и вопросы конструирования, и вопросы технологической подготовки производства (это особенно характерно для создания оснастки, узлов металлорежущих станков, режущего инструмента и т.п.). С другой стороны, CAD/CAM-системы устраняют – в идеале – сложившееся при ручном проектировании разделение труда конструктора и технолога, и «продвинутый» пользователь с помощью подобной системы способен (или в перспективе будет способен) выполнить все этапы проектирования.

Учитывая неоспоримые преимущества от внедрения CAD/CAM в машиностроение, организация подготовки кадров, воспитанных на идеологии “первичности” трехмерной математической модели изделия и способных в полной мере использовать возможности отечественных и западных технологий CAD/CAM, представляется важной и актуальной.

В настоящей работе в систематическом виде представлено описание центрального модуля CAD/CAM Cimatron^{tm} , обеспечивающего твердотельное моделирование деталей.

1. Представление о возможностях CAD/CAM Cimatron

CAD/CAM Cimatron (по-русски – Симатрон) предназначена для создания на экране компьютера трехмерных моделей, на основе которых можно затем, не выходя из системы, получать чертежи деталей, проектировать их обработку на станках с NC, собирать изделие, генерировать спецификацию и т.д. На рисунках 1-3 показаны созданные в Симатроне модели деталей и образованная ими сборка изделия. Чертеж изделия, сгенерированный системой, представлен на рис.4.

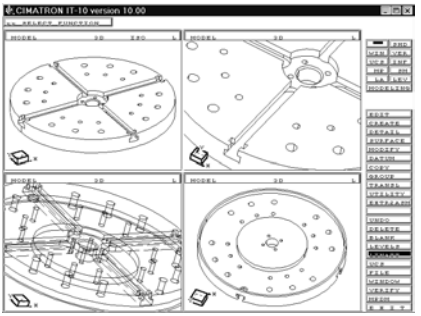


Рис. 1

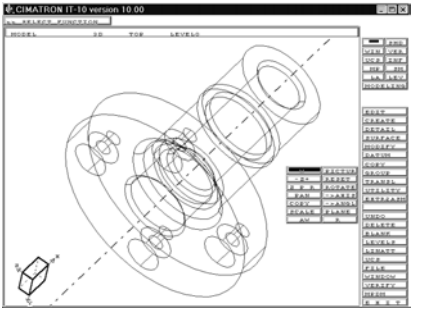


Рис. 2

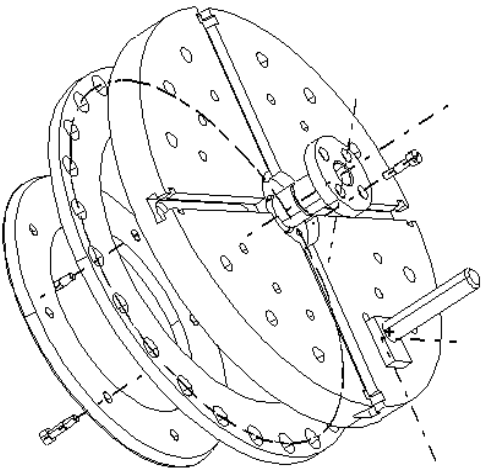


Рис. 3

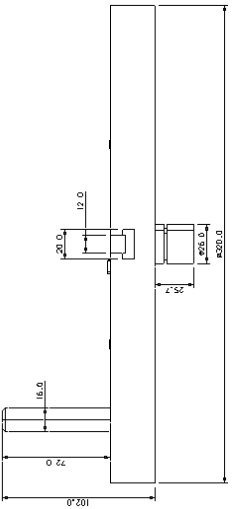


Рис. 4

Приведенные выше иллюстрации не отображают реалистический вид модели после так называемой полутоновой закраски. Эта операция называется шейдингом (просмотр модели в режиме SHADE).

Первоначально модель строится в подсистеме MODELING в прозрачном, каркасном виде, удобном для создания эскизов, вспомогательных поверхностей, осей и других элементов. Такой «проволочный» ре-

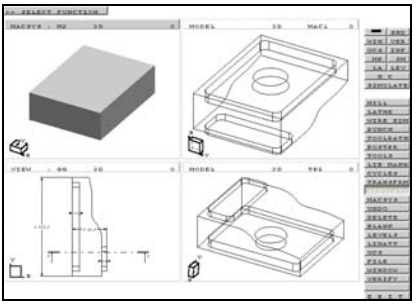


Рис. 5

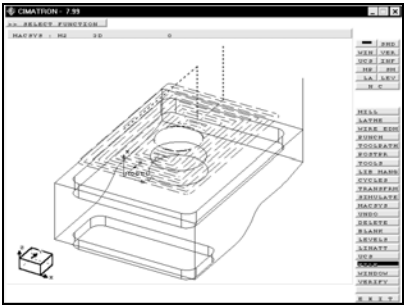


Рис. 6

жим отображения, позволяющий видеть все элементы, называется WIREFRAME. Режимы WIREFRAME и SHADE можно использовать одновременно, если открыть на экране несколько окон (рис.5).

После создания модели, перейдя в подсистему NC и указав на модели поверхности, ограничивающие зону обработки, можно получить траекторию режущего инструмента (рис.6), а затем – управляющую программу для станка с ЧПУ. Для быстрой и наглядной проверки спроектированной траектории режущего инструмента имеется возможность имитации обработки (функция SIMULATE). Во время имитации на экране видны реалистическое изображение заготовки и полупрозрачный символ инструмента. Инструмент движется по созданной траектории и «обрабатывает» заготовку (рис.7).

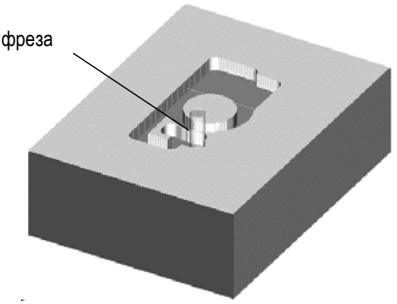


Рис. 7

Заметим, что файл детали, созданный в Симатроне, в общем случае включает как собственно модель детали, так и ее чертеж, заготовку, траекторию режущего инструмента, параметры инструмента и т.п. Однако основным этапом

решения различных прикладных задач в CAD/CAM Cimatron является создание 3D модели.

2. Принципы построения 3D модели

Твердотельная трехмерная (three-dimensional – 3D) модель детали образуется из объемных компонентов (feature). Созданный первым на экране компонент является базовым. Все последующие компоненты, введенные пользователем, изменяют форму модели. Они могут добавлять или отрезать часть материала от нее. Последовательное создание модели показано на рис.8.

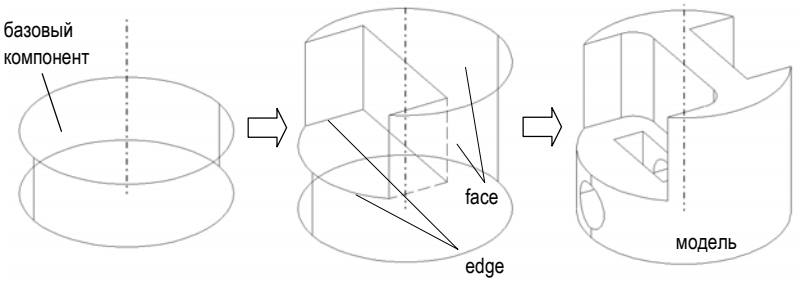


Рис. 8

Отдельные поверхности модели называются гранями (face). Бывают цилиндрические, плоские грани и грани сложной формы (см. рис.8). Линии пересечений смежных граней называются ребрами (edge).

Для создания базового компонента модели сначала строится эскиз (sketch) его проекции (рис.9) на вспомогательную или координатную плоскость, а затем выполняется операция ВЫДАВИТЬ (EXTRUDE).

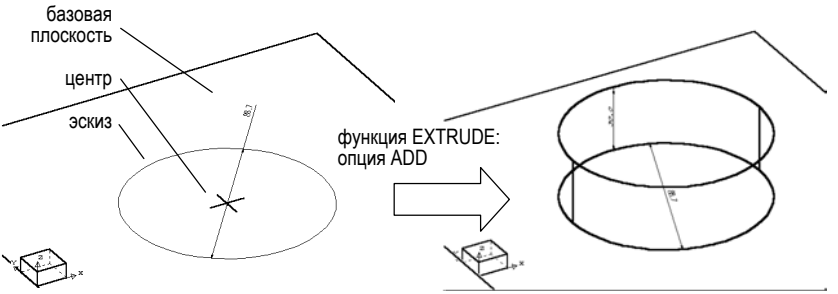


Рис. 9

При создании следующего компонента в качестве базовой плоскости выберем верхнюю грань базового компонента. Построим на ней – ввиду симметрии – эскиз половины контура сечения второго компонента (рис.10); укажем необходимые размеры для однозначного описания положения контура, а затем выдавим на заданную высоту (рис.11).

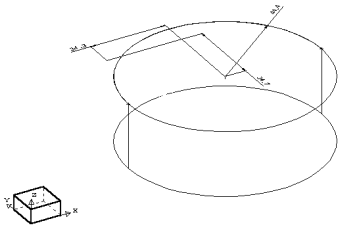


Рис. 10

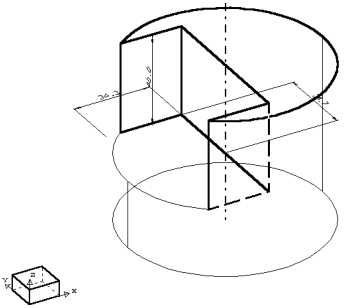


Рис. 11

До сих пор мы добавляли (ADD) материал. Теперь дополним модель компонентом, который после выдавливания удалит (REMOVE) материал (рис.12). В результате последовательного выполнения нескольких функций получим окончательный вид модели на рис.13.

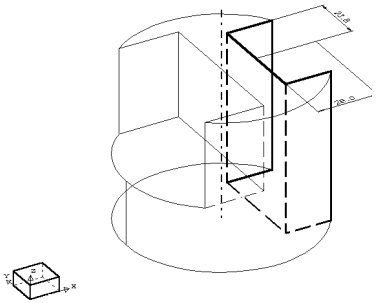


Рис. 12

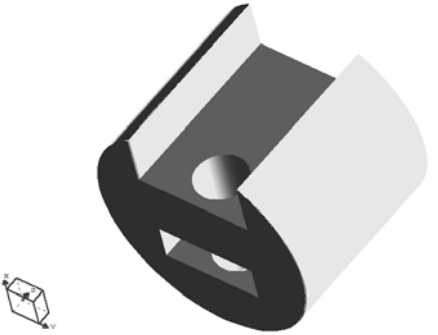


Рис. 13

Выбор базового и последующих компонентов при создании модели целиком зависят от опыта пользователя системы. Однако есть некоторые общие принципы, которыми следует руководствоваться:

1) мысленно разбить будущую деталь на отдельные компоненты;
2) выделить базовый компонент, с которого проще начинать по-

строение, и задать подходящую координатную плоскость для этого;

3) выбрать грань базового компонента или вспомогательную базовую плоскость для построения эскиза следующего компонента, который добавит или удалит часть материала;

4) последовательно повторяя действия п. 3, достроить все последующие компоненты.

При профессиональном создании модели необходимо учитывать заложенные в Симатроне возможности параметризации.

3. Параметризация в Симатроне

В параметрических моделях компоненты геометрически связаны между собой. Например, дуга окружности, касательная двум линиям, останется касательной при изменении радиуса. Симатрон относится к параметрическим CAD/CAM. Это означает, что форма и размеры моде-

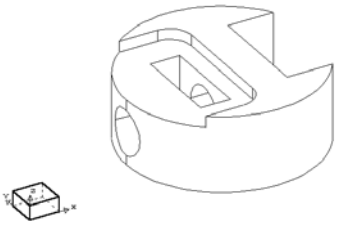


Рис. 14

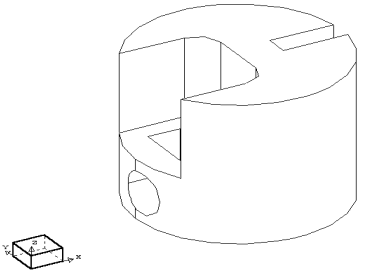


Рис. 15

ли в Симатроне могут быть изменены без ее повторного построения (рисунки 14, 15). Для этого следует модифицировать ранее введенные параметры с помощью функции редактирования EDIT.

Заметим, что проектировщик может задавать размерные связи в виде соотношений между параметрами. Тогда изменение одного параметра будет автоматически приводить к изменению связанного с ним.

Порядок соединения компонентов между собой, т.е. геометрические связи, образует так называемую *топологию* модели, которая фиксируется в файле детали. Это позволяет на любом этапе проектирования подвергнуть модель корректировке.

Приведенный краткий обзор возможностей системы предваряет более углубленное изучение функций, их опций, а также методики проектирования в Симатроне.

4. Структура экрана системы

В среде CIMATRON экран разделен на ряд областей (рис.16). В области *подсказки* система высвечивает сообщения, предлагающие пользователю произвести те или иные действия (указать точку, грань и т.п.).

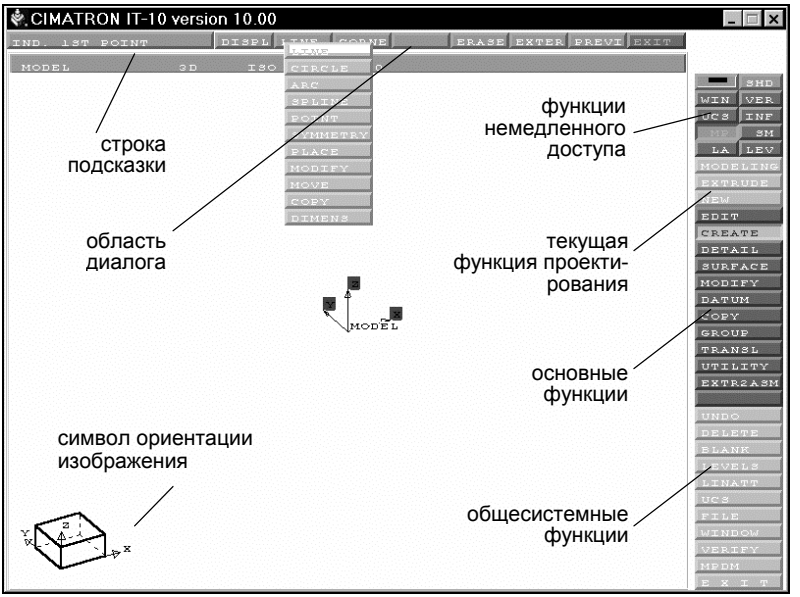


Рис. 16

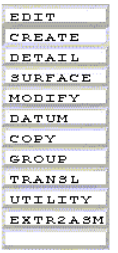
Правее, в области *диалога* система выдает на экран меню опций функции, предлагает ввести текстовую или числовую информацию, которую также называют модальными параметрами. Например, ниже система запрашивает первую точку контура: IND 1st POINT.

В области диалога приводятся экранные кнопки меню, открыть которые можно нажатием левой кнопки мыши, предварительно поместив стрелку курсора на поле кнопки. Заметим, что на рис.16 установлен примитив LINE , но уже открыто меню других опций.

Область *текущего маршрута* показывает имя используемой подсистемы (MODELING, NC…); текущую функцию и выбранную опцию этой функции.

Область меню *функций немедленного доступа* включает функции, обслуживающие процесс проектирования. Ими можно воспользоваться немедленно, не прерывая работы с текущей основной функцией. Например, полутоновая закраска может быть выполнена общесистемной функцией SHADE, но для этого нужно покинуть основную функцию построения модели. Аналог функции SHADE – функция немедленного доступа SHD – позволяет изменить представление модели с каркасного на полутоновое, не покидая основной функции. К функциям немедленного доступа относятся функции управления изображением, вызываемые одновременным нажатием двух правых кнопок мыши. Подробнее эти функции описаны в разд. 7 .

Область *основных функций* включает функции текущей, выбранной проектировщиком, подсистемы моделирования. На примере представлена первая страница списка функций твердотельного моделирования. Для листания страниц меню нужно указать на эту область курсором и нажать правую кнопку мыши.



Область меню *общесистемных функций* содержит функции для управления работой с любой подсистемой.

Область *графики* – зона экрана, где осуществляются графические построения. Курсор не может быть перемещен в эту область, если в области диалога высвечено меню функции и система ожидает выбора опции.

5. Назначение кнопок мыши

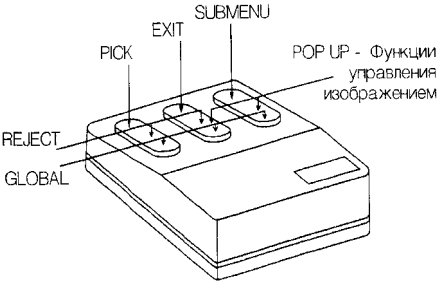


Рис. 17

Манипулятор мышь позволяет управлять курсором при задании положения объектов, их отметке, выборе пунктов меню. Каждой кнопке или комбинации кнопок мыши соответствуют определенные действия или режим работы (рис.17). В случае отсутствия мыши соответствующие действия могут быть выполнены с клавиатуры (табл. 1).

Таблица 1

Название нажатых кнопок	Трехкнопочная мышь	Двухкнопочная мышь	Клавиатура
<PICK>	■□□	■□	<SPACE>
<EXIT>	□■□		<F5>
<SUBMENU>	□□■	□■	
<REJECT>	■■□		<F6>
<POP UP>	□■■		<F8>
<FREE CURSOR>	■□■	■■	
<GLOBAL>	■■■		<F9>

Рассмотрим более подробно назначение кнопок и их комбинаций.

<PICK> – три различных сообщения предписывают выполнить действие перемещением курсора мыши в требуемую позицию и нажатием левой кнопки:

- ***SELECT*** *ВЫБЕРИ* – выбор пункта меню или функции из числа предложенных.
- ***IND*** *УКАЖИ* – задание неявной точки (позиции) в области графики.
- ***PICK*** *ОТМЕТЬ* – отметка явного объекта в области графики.

<EXIT> – окончание выбора объектов и переход к следующему шагу.
– отказ от текущей опции и возврат к первому или предыдущему шагу внутри текущей функции.
– отказ от выполнения функции.

<SUBMENU> – приостановка работы текущей функции; для высвечивания специального меню, например, меню способов привязки точек.
– последовательное листание страниц меню основных и общесистемных функций.

<REJECT> – отмена последнего действия в последовательности действий и возврат к предыдущей стадии диалога, например, отказ от отметки объекта.
– последовательное листание страниц меню функций в обратном направлении.

<POP UP> – вызывает на экран список функций управления изображением (вращение, масштабирование и т.д.); к ним можно обратиться только тогда, когда система ожидает команду от мыши (описание этих функций приведено ниже в разд. 7).

<FREE CURSOR> – когда система ожидает выбора функции, вызывает на экран меню вида курсора, задания неявных точек и т.д.

<GLOBAL>	– высвечивает полное меню основных функций системы (для выбора страницы меню подведите курсор к символу "[ ]" в заголовке страницы и нажмите <PICK>; для выбора функции нажмите <PICK>, подведя курсор к имени функции).

✋ В дальнейшем, когда будет говориться о том, какие кнопки нужно нажать для выполнения тех или иных действий, мы будем ссылаться на имена комбинаций кнопок, т.е. фраза *"Нажмите <GLOBAL> ..."* будет равносильна фразе *" Нажмите одновременно три кнопки мыши ..."*

6. Способы привязки точек

Многие построения модели связаны с указанием точек. Привязкой точки называется указание определенного места точки в выбранной системе координат или относительно других, ранее построенных элементов модели. Когда на экране в строке подсказки появляется запрос:

IND. POINT (УКАЖИ ТОЧКУ) ,

это означает, что система просит указать неявную точку, т.е. точку, которой как геометрического объекта, возможно, не существует. Вы в состоянии это сделать, используя активный способ привязки точки, отображаемый в строке статуса экрана. Или, нажав <SUBMENU>, выбрать другой способ привязки.

Описания способов привязки точек приведены ниже.

SCREEN *ЭКРАН*	– неявная точка будет находиться в том месте экрана, где Вы укажите.
END *КОНЕЦ*	– неявная точка будет располагаться в конечной точке кривой, ближе к которой эта кривая была отмечена.
MID *СЕРЕДИНА*	– неявная точка будет находиться в середине выбранной кривой.
INTERS *ПЕРЕСЕЧЕНИЕ*	– неявная точка будет располагаться на пересечении двух кривых, для определения этой точки необходимо будет указать обе кривые.
CENTER *ЦЕНТР*	– неявная точка будет располагаться в центре выбранной дуги или окружности
CLOSE *НА КРИВОЙ*	– неявная точка будет располагаться на кривой в месте, наиболее близком к позиции отметки (т.е. на месте перпендикуляра, опущенного из позиции отметки на кривую).
PICK *ТОЧКА*	– неявная точка будет совпадать с отмеченной точкой, созданной как геометрический объект.
KEY IN *КООРДИНАТЫ*	– положение точки определяется координатами, вводимыми с клавиатуры; для этого выберите опцию KEY IN и нажмите левую клавишу мыши; в области диалога появится таблица модальных параметров, с помощью которых вы можете задать координаты точки.

DELTA
ПРИРАЩЕНИЕ

– положение точки определяется приращениями координат по X,Y, Z от точки, заданной другим способом привязки; отличие от KEY IN в том, что сначала следует указать точку, от которой будут откладываться приращения.

Изменить способ привязки точки можно и с помощью клавиатуры. Например, при нажатии клавиши «M» происходит изменение способа привязки точки на способ MID (к середине элемента). Указанная точка будет временно отображаться на экране символом «X».

7. Функции управления изображением

Меню функций вызывается нажатием кнопок мыши <POP UP>. Выбор подтверждается кнопкой мыши <PICK>.

Эластичная рамка	**W**	**PICTURE**	Запись/выбор изображения на экране
Масштабирование	**- Z +**	**RESET**	Возврат в исходное положение
Динамическое масштабирование, вращение, сдвиг	**Z P R**	**ROTATE**	Свободное вращение изображения
Сдвиг изображения	**PAN**	**–>AXIS**	Поворот изображения вокруг оси
Копирование в другое окно	**COPY**	**–>ANGL**	Вращение на заданный угол вокруг X, Y, Z
Масштаб	**SCALE**	**PLANE**	Плоскость экрана
Автомасштабирование	**AW**	**R**	Перерисовка

Эти функции немедленного доступа можно использовать, не прерывая основных функций построения модели.

Рассмотрим подробнее важнейшие из них.

<POP UP> **AW** Масштабирование изображения таким образом, чтобы все элементы модели оказались видны на экране в максимально возможном масштабе. Скрытые элементы (функцией BLANK) и элементы, принадлежащие выключенным слоям, не отображаются и при масштабировании не учитываются. При работе с несколькими окнами укажите окно, изображение в котором должно быть отмасштабировано или нажмите любую клавишу на клавиатуре для масштабирования изображения сразу во всех окнах. Для выхода из функции нажмите <EXIT>.

<POP UP> **PAN** Курсором укажите на модели или эскизе новую по-

зицию центра изображения в ответ на запрос:

IND. NEW CENTER

Повторите это действие, если необходимо. При выборе данной функции во время работы с другой функцией, все параметры в области диалога будут удалены и появятся снова после нажатия кнопки <EXIT>.

<POP UP> **PICTURE** Изображения модели, записанные под определенным именем, с учетом ориентации и масштаба. Стандартными для декартовой системы координат являются виды: *ISO, FRONT, TOP, SIDE.* Для вызова на экран существующего вида модели или эскиза поместите курсор на поле с его именем и нажмите кнопку мыши <PICK>:

RECALL PICTURE	ISO	FRONT	TOP	SIDE	KALACH	...
ВЫЗВАТЬ ИЗОБРАЖЕНИЕ	ИЗОМЕТРИЯ	СПЕРЕДИ	СВЕРХУ	СБОКУ	КАЛАЧЕ	...

В левом нижнем углу экрана изображение индикатора отобразит новую ориентацию системы координат. Для создания нового вида выберите пустую рамку. Введите его имя, содержащее не более 6 символов, и нажмите на клавиатуре <CR>. Введенное имя появится в виде нового пункта меню.

Если необходимо переименовать, удалить, обновить вид, нажмите <REJECT> и воспользуйтесь меню.

<POP UP> **PLANE** Поворот изображения в положение, при котором заданная плоскость просмотра становится параллельной плоскости экрана. Выбор плоскости производится различными способами из меню в области подсказки:

SELECT PLANE OPTION	UCS	CURVES	VECTOR	3POINTS
ВЫБЕРИ ПЛОСКОСТЬ	СКП	КРИВЫЕ	ВЕКТОР	3ТОЧКИ

UCS – плоскость изображения задается как одна из плоскостей существующей системы координат. Укажите курсором систему координат. Изображение будет изменено немедленно после нажатия кнопки <PICK>.

3 POINTS – плоскость изображения задается тремя точками, не лежащими на одной прямой, путем последовательных ответов на следующие запросы:

IND. PLANE POINT 1
УКАЖИ 1-Ю ТОЧКУ ПЛОСКОСТИ
IND. POINT ON +X Укажите точку, определяющую положи-

IND. POINT ON +X *УКАЖИ ТОЧКУ +X*	Укажите точку, определяющую положительное направление оси X относительно первой точки
IND. POINT FOR +Y *УКАЖИ ТОЧКУ +Y*	То же – по оси Y

Изображение будет изменено, как только будет указана вторая точка.

<POP UP> **ROTATE** Динамическое вращение изображения: свободное или вокруг осей X, Y или Z. Укажите центр вращения:

IND. ROTATION CENTER	SCREEN	CLOSE
УКАЖИ ЦЕНТР ВРАЩЕНИЯ	ЭКРАН	НА КРИВОЙ

Для изменения способа привязки точки нажмите <SUBMENU>. По умолчанию активна опция CLOSE (НА КРИВОЙ).

Манипулируя мышью, поверните кубик (рис.18), показывающий ориентацию системы координат активной подсистемы. Нажмите <PICK> для соответствующего поворота модели. По окончании нажмите кнопку <EXIT>.

Для вращения вокруг оси X перемещайте мышь по вертикали, а вокруг оси Y – по горизонтали. Нажмите клавишу клавиатуры "минус" (-) для уменьшения угла вращения в зависимости от перемещения мыши. Нажмите клавишу "плюс" (+) для увеличения угла вращения. Используйте <SUBMENU> для фиксированного выбора оси из меню.

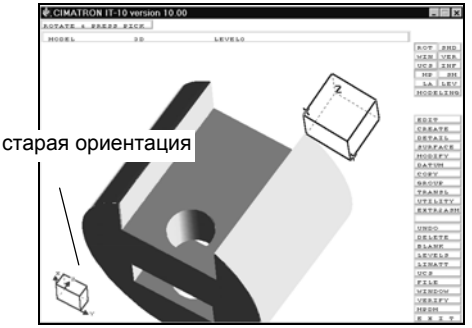


Рис. 18

<POP UP> **W** Увеличение области экрана, попавшей внутрь эластичной рамки, до размера экрана или окна:

IND. 1ST CORNER *УКАЖИ 1-Й УГОЛ*	Укажите курсором первый угол области, которую нужно увеличить до размеров экрана. Нажмите <PICK>, отпустите и «тяните» рамку.
IND. 2ND CORNER *УКАЖИ 2-Й УГОЛ*	Нажмите кнопку <PICK> для фиксации размера поля. Часть изображения, попавшая внутрь рамки, будет увеличена до размера всего экрана или окна.

Если перед тем как указать второй угол, Вы нажмете <REJECT>, то вернетесь к сообщению *IND. 1ST CORNER.*

<POP UP> **-Z+** Сдвиг изображения с одновременным его масштабированием:

IND. NEW CENTER <L> <R>
УКАЖИ НОВЫЙ ЦЕНТР <Л> <П>

Перемещая мышь, установите курсор в ту точку экрана, которая должна быть центром создаваемого изображения, и нажмите кнопку <PICK> для уменьшения изображения или <SUBMENU> для его увеличения.

Размер изображения при каждом нажатии увеличивается или уменьшается относительно нового центра. Нажмите <EXIT> для выхода из функции.

8. Общесистемные сервисные функции

Эти функции доступны из любой подсистемы Симатрон. Однако, в отличие от функций немедленного действия, они недоступны при выполнении основных функций построения модели. Ниже рассматриваются наиболее употребимые функции.

DELETE Удаление указанных объектов.

PICK ENTITIES & EXIT *ОТМЕТЬ ОБЪЕКТЫ И ВЫХОД*	Укажите удаляемые объекты и нажмите кнопку <EXIT>. Для отметки группы элементов нажмите кнопку <SUBMENU>. Нажмите <REJECT> для отмены выбора последнего отмеченного объекта. Возможен отказ от отметки последних 40 указанных объектов.
PICK ENTITIES & EXIT *ОТМЕТЬ ОБЪЕКТЫ И ВЫХОД*	Продолжите отметку элементов, которые должны быть удалены, или снова нажмите <EXIT> для выхода из функции.

UNDO Отмена всех действий, выполненных последней функцией:

UNDO? YES NO *ОТМЕНИТЬ? ДА НЕТ*	YES – выполнение отмены. NO – выход из функции без проведения изменений.

FILE Сохранение детали со всеми изменениями, проведенными в текущем сеансе работы, и продолжение работы с этой же деталью.

EXIT Открытие или закрытие файлов детали. Главные опции:

CLOSE (ЗАКРЫТЬ) – закрытие выбранного файла детали и удаление его из рабочей области.

OPEN (ОТКРЫТЬ) – загрузка нового файла детали с диска (при этом для

него выделяется пространство в рабочей области) или файла, с которым уже велась работа и который находится в рабочей области.

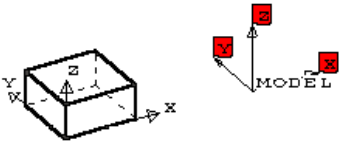
SAVE (СОХРАНИТЬ) – запись на диск всех файлов, находящихся в рабочей области.

EXIT (ВЫХОД) – закрытие всех файлов деталей в рабочей области, окончание работы с системой и выход в операционную систему.

9. Системы координат

В системе Cimatron существует три типа систем координат.

1. Основная система координат MODEL (она же является системой координат подсистемы MODELING) с индикатором в левом нижнем углу экрана.
2. Система координат подсистем, например, для NC – MACSYS.
3. Системы координат, созданные пользователем UCS (СКП).



Задание новой UCS помогает проектировщику удобнее и точнее, не прибегая к пересчету, задать все необходимые размеры, т.е. – на языке профессионалов – «образмерить» эскизы компонентов.

Активизация, создание, перемещение, переименование и удаление систем координат пользователя выполняется функцией UCS.

10. Базовые элементы построения модели

Базовые элементы – это вспомогательные плоскости, оси, кривые и точки, используемые при построении компонента модели, но не являющиеся ее частью. Создание базовых элементов выполняется функцией DATUM. Главные опции этой функции (даются английский и русский варианты) таковы:

DATUM	PLANE
	AXIS
	REFCRV
	REFSRF
	BLANK
	RESIZE

БАЗЫ ДЕТАЛИ	БАЗ. ПЛОСК.
	БАЗ. ОСИ
	БАЗ. КРИВ.
	БАЗ. ПОВЕРХН.
	БАЗЫ СКРЫТЬ
	РАЗМЕР БАЗ

Рассмотрим наиболее употребимые опции.

PLANE – создание базовых плоскостей в следующих вариантах.

MAIN	ОСНОВНЫЕ
PARALLEL	ПАРАЛЛЕЛЬНО
EDGE + POINT	РЕБРО + ТЧК
3 POINTS	3 ТЧК
PERP EDGE	НОРМАЛЬ К РЕБРУ
EDGE AT ANG	ПОД УГЛОМ РЕБРУ
2PTS AT ANG	УГЛОМ ГРАНИ + 2ТЧК
2PTS PAR EDG	ПАР. РЕБРУ + 2ТЧК
EDGE PERP PLANE	Н. К ПЛОСК. + РЕБРО
REFCRVS	БАЗОВЫЕ КРИВЫЕ

PLANE >> MAIN – выбором опции MAIN создаются три перпендикулярные плоскости, показанные на рис.19, соответствующие основной системе координат модели MODEL.

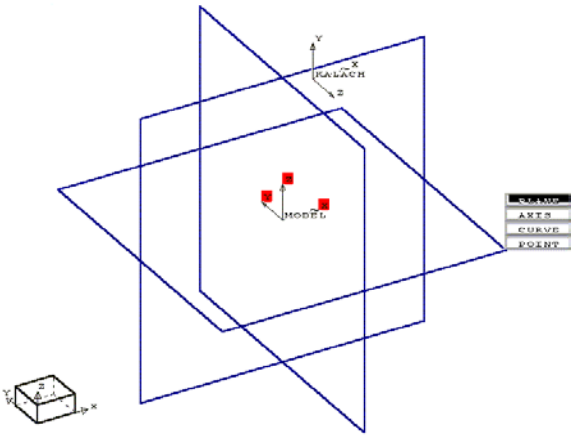


Рис. 19

PLANE >> PARALLEL – создается базовая плоскость, параллельно выбранной грани или плоскости (рис.20). Сначала следует отметить грань или плоскость (PICK FACE/PLANE), затем ввести значение расстояния между выбранной и базовой плоскостью (OFFSET=). Наконец, –

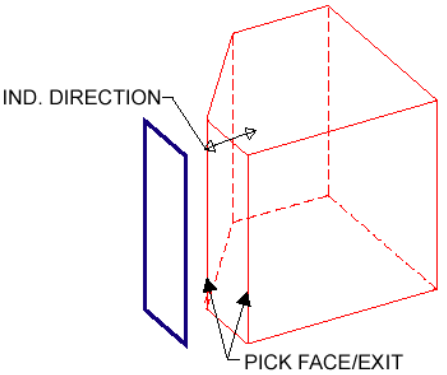


Рис. 20

указать направление (IND. DIRECTION), в котором будет построена базовая плоскость.

PLANE >> EDGE AT ANG – создание плоскости под заданным углом к указанной грани/плоскости и проходящей через указанное ребро/ось (рис.21). Вначале следует задать величину угла, затем отметить

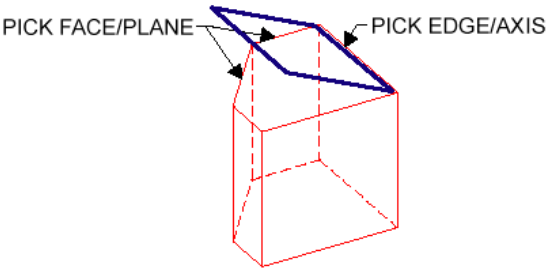


Рис. 21

ребро (PICK EDGE/AXIS) и, наконец, отметить грань (FACE).

На рис.22 показан пример использования вспомогательной плоскости при построении модели. На этой базовой плоскости, располо-

женной под углом к одной из граней параллелепипеда, создан эскиз окружности. Окружность вытягивается с удалением материала и, таким образом, из параллелепипеда вырезается цилиндр.

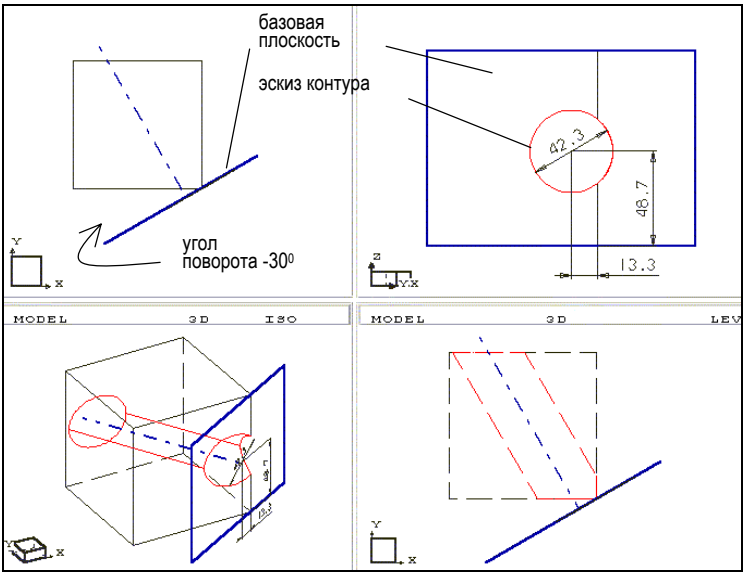


Рис. 22

RESIZE – изменение размеров базовых элементов. Укажите плоскость или ось, размер которой необходимо изменить. Ось может быть удлинена или укорочена с обоих концов. Для этого нужно установить курсор ближе к нужному концу оси и нажать <PICK>. Длина оси устанавливается также в динамическом режиме. (Подведите курсор к одному из концов оси, нажмите <PICK> и перемещайте мышь, не отпуская кнопки.) По окончании нажмите <EXIT>.

Линии-границы плоскостей нужны просто для показа их на экране. В действительности плоскости бесконечны.

BLANK – временное удаление с экрана или восстановление изображения базовых осей и плоскостей.

11. Обзор функций твердотельного моделирования

В системе Симатрон существует два вида моделирования: каркас-

ное и твердотельное (мы рассматриваем только твердотельное моделирование). Выбор вида моделирования выполняется пользователем при входе в подсистему MODELING (МОДЕЛИРОВАНИЕ).

На панели меню основных функций появляются два пункта:

WIRE FRM	КАРКАС
SOLID	ТВ. ТЕЛО

При выборе пункта меню SOLID (ТВ. ТЕЛО) Вы попадаете в модуль твердотельного моделирования и получаете доступ к следующим основным функциям.

EDIT	Функция редактирования
CREATE	Функция создания твердотельного объекта.
DETAIL	Отделка
DATUM	Базирующие элементы (см. раздел 10)
COPY	Копирование
UTILITY	Утилиты

12. Методика создания твердотельных объектов

Ранее было показано, что модель состоит из компонентов, для построения которых необходимо сначала нарисовать 2D эскиз. В качестве плоскости для создания эскиза контура сечения *первого* (базового) компонента по умолчанию система предоставляет плоскость XY исходной (экранной) системы координат MODEL (МОДЕЛЬ). Могут быть также использованы три базовых координатных плоскости с началом координат в центре экрана (см. рис.19). Эскиз сечения первого компонента можно чертить и на другой базовой плоскости.

Базовой плоскостью для создания эскизов сечений *последующих* компонентов может быть выбрана любая грань предыдущих компонентов или дополнительная базовая плоскость (подробнее на создании и редактировании эскизов мы остановимся в следующем разделе).

Все разнообразие моделей может быть построено из комбинаций восьми видов компонентов:

- выступ;
- углубление;

- ребро жесткости;
- отверстие круглое;
- тонкостенная оболочка;
- скругление;
- фаска.

Для создания этих «стандартных» компонентов моделей используются всего две функции твердотельного моделирования: **CREATE** и **DETAIL**.

12.1. Функция **CREATE**

В этой функции пользователь получает доступ к опциям:

SELECT OPTION	EXTRUDE
	REVOLVE
	DRIVE
	HOLE
	SHAFT
	SHELL
	RIB

ВЫБЕРИ ОПЦИЮ	ВЫДАВИТЬ
	ВРАЩАТЬ
	ДВИГАТЬ
	ОТВ. КРУГ.
	БОБЫШКА
	ОБОЛОЧКА
	РЕБРО

Ниже дается характеристика каждой опции.

EXTRUDE Создание нового компонента – углубления или выступа – выдавливанием (вытягиванием) двухмерного контура.

REVOLVE Создание нового компонента – выступа или углубления – вращением двухмерного контура вокруг оси.

DRIVE Создание нового компонента – выступа или углубления – перемещением сечения вдоль заданной траектории.

HOLE Создание круглых отверстий: гладких (диаметр по глубине постоянный) или произвольной формы (диаметр по глубине изменяется).

SHAFT Создание цилиндрических бобышек одного или нескольких диаметров по высоте (уступами).

SHELL Удаление материала внутри твердотельного объекта и создание оболочки.

RIB Построение ребра жесткости между гранями модели, образующими углубление.

Методика проектирования в **EXTRUDE** (ВЫДАВИТЬ)

---

① Системы предлагает выбрать создание компонента в форме выступа или углубления:

SELECT	ADD	Создание компонента или выступа на указанной плоскости или грани (добавление материала к существующему объекту).
	REMOVE	Создание углубления на указанной грани (удаление материала из существующего объекта).

② Система запрашивает:

PICK FACE/PLANE	Укажите грань ранее созданного объекта или базовую плоскость, на которой будет создаваться эскиз.

Перемещая мышь, поместите курсор на объект, который нужно отметить, и нажмите левую кнопку мыши <PICK>. Объект будет высвечен на экране особым образом: в режиме «отмечено».

Выбор граней ранее созданных компонентов твердотельной модели осуществляется путем указания одного из ребер этих граней. Так как ребро всегда принадлежит двум соседним граням, то выбор нужной грани является неоднозначным и требует выполнения следующих действий. Подведите курсор к ребру нужной грани. Нажмите левую кнопку мыши, но не отпускайте ее. Система подсветит одну из двух граней, которым принадлежит это ребро. Если подсвеченной оказалась та грань, которая нужна, отпустите кнопку <PICK>. Если нет, не отпуская кнопки, перемещайте мышь до тех пор, пока не окажется подсвеченной нужная грань. После этого отпустите кнопку.

Если нужно указать иное ребро, не отпуская кнопки <PICK>, отведите курсор в сторону, так, чтобы ни одна грань не была подсвечена. После этого можно отпустить кнопку и повторить отметку.

③ Выберите тип эскиза контура, подлежащего выдавливанию (эскиз, возможно, предстоит еще создать):

SELECT	OPEN CONTOUR	CLOSED CONTOUR
ВЫБЕРИ	НЕЗАМКН. КОНТУР	ЗАМКН. КОНТУР

Эскиз контура сечения твердотельного компонента должен быть замкнутым. Однако в качестве замыкающих линий могут выступать ребра граней ранее созданных компонентов. Если на выбранной грани вычерчивается незамкнутый контур, то его концы должны пересекаться с ребрами этой грани и могут выходить за пределы грани (пример ошибочного эскиза перечеркнут).

④ После выбора пользователем типа контура система предлагает построить его эскиз. Для построения эскизов всегда автоматически загружается модуль Sketcher (Эскизник). При этом в области диалога появляется запрос IND. 1ST POINT и меню опций в виде экранных кнопок:

IND. 1ST POINT	DISPLAY	LINE	CORNER		ERASE	ADD GEOM	PREVIEW	EXIT
УКАЖИ 1-Ю ТЧК	НАПРАВЛЕНИЕ	ПРЯМАЯ	ПЕРЕСЕЧЕНИЕ		СТЕРЕТЬ	ДОП.ГЕОМ.	ПРОСМОТР	ВЫХОД

По умолчанию устанавливается опция LINE (ПРЯМАЯ), и система требует указать первую точку этой прямой. Если эскиз состоит из прямых, то отметьте первую точку на экране, нажав кнопку <PICK>. Если строится какой-либо другой геометрический примитив, то подведите курсор к названию текущего примитива (в данном случае – LINE), нажмите кнопку <PICK> и в появившемся меню выберите нужный Вам примитив.

Перед заданием точки Вы можете нажать кнопку мыши <SUBMENU> и выбрать способ ее привязки (см. разд. 6).

После активизации кнопки DISPLAY можно установить направления создаваемых примитивов, которые требуется показывать сигнальными линиями. По умолчанию высвечиваются сигнальные прямые, которые показывают параллельность ранее созданным примитивам, перпендикулярность и совмещение с прямой или ее продолжением.

Итак, укажите на экране первую точку эскиза контура будущего компонента. Она окажется на выделенной ранее, в шаге 2, базовой плоскости или грани предыдущего компонента. Затем постройте и образмерьте контур (эту операцию можно временно отложить – о ней пойдет речь в разд. 13), после чего нажмите экранную кнопку EXIT.

⑤ Если контур незамкнутый, на экране появятся две стрелки, т.е. система предложит указать, с какой стороны от этого контура будет располагаться выступ/углубление:

INDICATE AREA *ГДЕ ВЫСТУП/УГЛ.*	Укажите одну из высветившихся на модели стрелок, задавая этим область добавления или удаления материала.

⑥ После выхода из модуля Sketcher появится запрос и меню:

SELECT OPTION	DELTA	THROUGH	FROM	TO	APPLY
ВЫБЕРИ ОПЦИЮ	ВЫСОТА/ГЛ.	НАСКВОЗЬ	ОТ	ДО	ВЫПОЛНИТЬ

Необходимо выбрать кнопку DELTA для ввода высоты выдавливания или с помощью других опций указать границы выдавливания компонента. В последнем случае следует заранее построить вспомогательные базовые поверхности (см. разд. 10).

После того как в ходе диалога установлен необходимый набор параметров, подсвечивается экранная кнопка APPLY (ВЫПОЛНИТЬ). Нажмите курсором эту кнопку для выполнения построений.

Методика проектирования в **REVOLVE** (ВРАЩАТЬ)

① Система предлагает выбрать, будет ли добавляться (ADD) или удаляться (REMOVE) материал. Если это первый компонент создаваемой модели, система не задаст этого вопроса.

② *PICK AXIS/EDGE* – укажите ось/ребро, вокруг которого должен будет вращаться эскиз (SKETCH) контура, и подтвердите Ваш выбор (рис.23).

③ *PICK FACE/PLAN* – укажите плоскость/грань, на которой будете строить контур. Если была задана плоскость, укажите базовые ребра или ось +X.

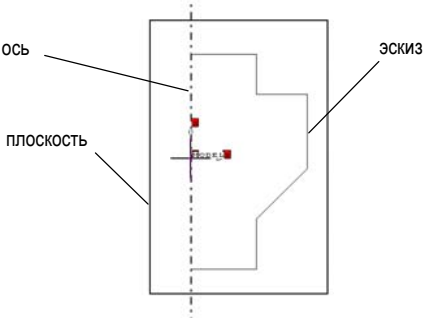


Рис. 23

④ Выберите, будет ли контур замкнутым (CLOSED CONTOUR) или незамкнутым (OPEN CONTOUR). Незамкнутый контур при удалении материала должен быть задан таким образом, чтобы создаваемый компонент делил твердотельный объект на две части. (Концы контура должны выходить за пределы объекта.)

⑤ *IND. 1ST POINT* – укажите первую точку контура на грани/плоскости. Постройте 2D эскиз контура и образмерьте его относительно ранее заданной оси X или базовых ребер. Используйте ось вра-

щения как базовый элемент.

⑥ *INDICATE AREA* – если контур незамкнутый, отметьте на экране стрелку, указывающую, с какой стороны относительно контура будет создан выступ/углубление.

⑦ *SELECT OPTION: DELTA, FULL, FROM, TO* – задайте угол вращения в градусах или укажите вспомогательные грани, определяющие границы создаваемого компонента (рис.24).

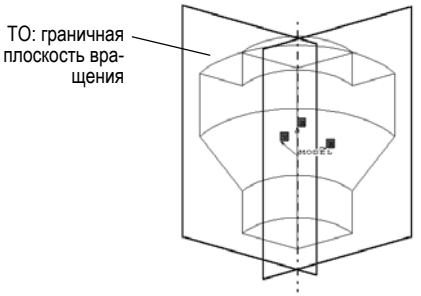


Рис. 24

После того как в ходе описанного выше диалога установлен необходимый набор параметров, нажимается экранная кнопка APPLY (ВЫПОЛНИТЬ).

Методика проектирования в **DRIVE** (ДВИГАТЬ)

Эта опция функции **CREATE** создает новой компонент – выступ или углубление – путем перемещения эскиза контура вдоль заданной траектории.

① Укажите, будете ли Вы добавлять (ADD) или удалять (REMOVE) материал. Если это первый компонент модели, система не предложит удаление.

② Укажите тип траектории перемещения:

- по одной или по нескольким траекториям,
- по замкнутой или незамкнутой траектории.

③ Укажите тип ориентации контура при перемещении:

- контур сечения должен быть перпендикулярен траектории по всей ее длине,
- контур сечения должен быть параллелен заданной плоскости эскиза по всей длине незамкнутой траектории.

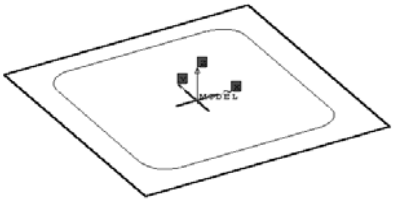


Рис. 25

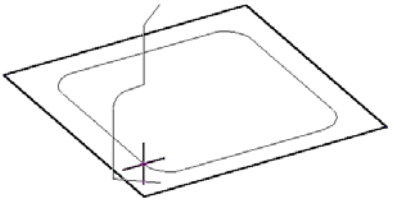


Рис. 26

④ Если сечение перемещается по одной траектории, то:

- выберите грань или плоскость для построения эскиза траектории и постройте ее (рис.25);
- постройте эскиз сечения, нормальный траектории (рис.26); в результате получится компонент на рис.27.

Заметим, что плоскости, на которых начинается и заканчивается выступ/углубление, должны пересекать траекторию,

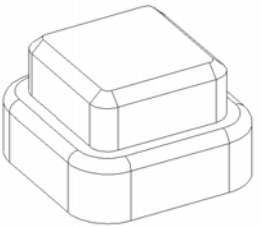


Рис. 27

⑤ Если перемещение сечения задают несколькими траекториями, то:

- укажите грань/плоскость, на которой будет создан эскиз первой траектории (1st TRAJECTORY), и создайте ее;
- создайте эскизы дополнительных траекторий и графики изменения размеров;
- задайте связь размеров и графиков.

Последовательность построения показана на рисунках 28, 29.

Методика проектирования в **HOLE** (КРУГЛ. ОТВ.)

Эта опция функции **CREATE** предназначена для создания круглых отверстий: гладких (диаметр по глубине постоянный) или произвольной формы (диаметр изменяется).

Оси отверстий для SHAPED и STRAIGHT перпендикулярны базовой плоскости или грани. Для создания гладких отверстий задают только диаметр и глубину. Контур отверстий произвольной формы создается в модуле Sketcher (Эскизник) с последующим вращением на 360°.

SHAPED	УСТУПАМИ
STRAIGHT	ГЛАДКОЕ
AXIS	ПО ОСИ

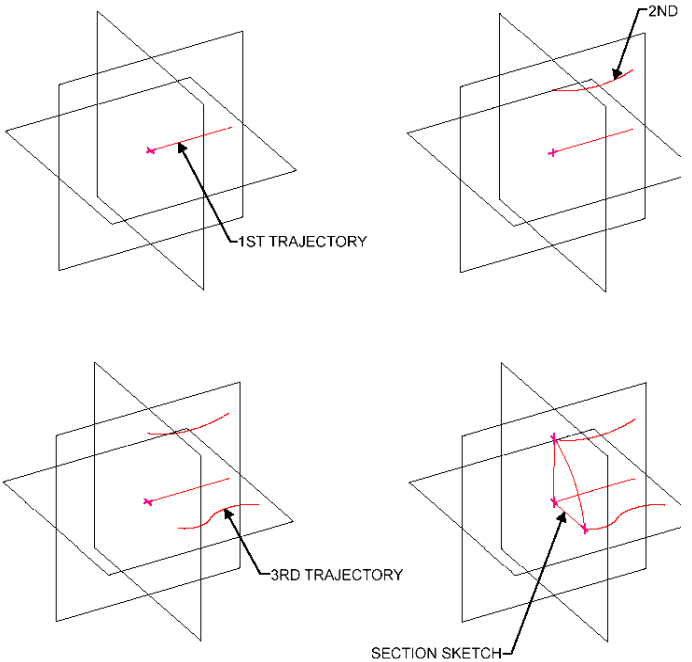


Рис. 28

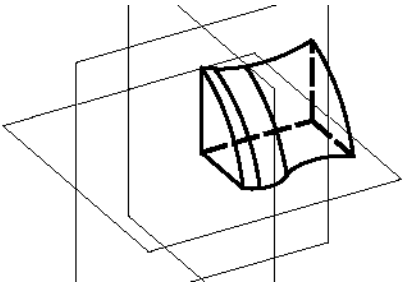


Рис. 29

HOLE >> SHAPED

После выбора этой опции начинается следующий диалог.

① *PICK FACE OR PLANE* – укажите грань или плоскость, на которой

Вы хотите создать отверстия. После отметки Вы окажетесь в модуле Sketcher.

② В области диалога появляется запрос IND. 1ST POINT и меню опций в виде экранных кнопок:

IND. 1ST POINT	DISPLAY	POINT	CORNER		ERASE	ADD GEOM	PREVIEW	EXIT
УКАЖИ 1-Ю ТЧК	НАПРАВЛЕНИЕ	ТОЧКА	ПЕРЕСЕЧЕНИЕ		СТЕРЕТЬ	ДОП.ГЕОМ.	ПРОСМОТР	ВЫХОД

Опция POINT устанавливается по умолчанию. Воспользовавшись ею, задайте положения центров всех отверстий, которые имеют одинаковую форму, и которые Вы собираетесь построить за один раз. Образмерьте проставленные *точки* относительно базовых элементов эскиза и выйдите из модуля, нажатием экранной кнопки EXIT. Вы снова окажетесь в модуле Sketcher.

③ Теперь система предлагает построить половину сечения будущего отверстия (оно получится вращением этого контура на 360°).

IND. 1ST POINT	DISPLAY	POINT	CORNER		ERASE	ADD GEOM	PREVIEW	EXIT
УКАЖИ 1-Ю ТЧК	НАПРАВЛЕНИЕ	ТОЧКА	ПЕРЕСЕЧЕНИЕ		СТЕРЕТЬ	ДОП.ГЕОМ.	ПРОСМОТР	ВЫХОД

✋На экране Вы видите перекрестье и базовую осевую линию создаваемого отверстия. Контур (профиль) сечения должен быть построен в плоскости перекрестья и образмерен относительно осевой и центра перекрестья; он должен начинаться в центре отверстия (рис.30). Постройте контур и покиньте Sketcher нажатием экранной кнопки EXIT. Отверстия будут созданы. <u>Более подробно построение эскиза и простановка размеров рассматривается в разд. 13</u>).

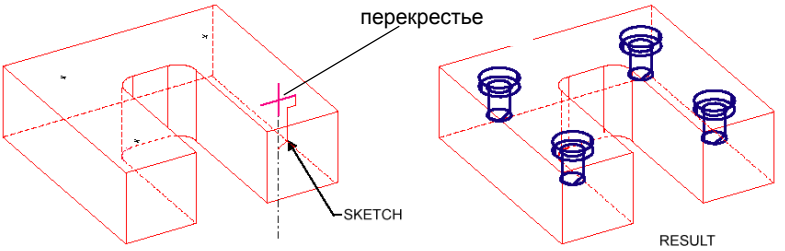


Рис. 30

12.2. Функция **DETAIL** (ОТДЕЛКА)

В этой функции пользователь получает доступ к опциям:

SELECT OPTION	ROUND
	ROUND_EDGE_FACE
	CHAMFER
	EDGE_DRIVE
	DRAFT
	REPLACE_FACE

ВЫБЕРИ ОПЦИЮ	СКРУГЛЕНИЕ
	ГАЛТЕЛЬ
	ФАСКА
	ФИГУРН. РЕБРО
	УКЛОН
	ЗАМЕНА ГРАНИ

Ниже дается характеристика опций.

ROUND	Создание выпуклого скругления вдоль выбранного ребра или последовательности ребер.
ROUND_EDGE_FACE	Создание вогнутого скругления постоянного или переменного радиуса.
CHAMFER	Создание фаски вдоль выбранного ребра или последовательности ребер.
EDGE_DRIVE	Создание выступа или углубления движением сечения вдоль ребра или последовательности ребер.
DRAFT	Построение уклона выбранных граней (уклон необходим для облегчения вынимания деталей из пресс-форм).
REPLACE_FACE	Замена грани поверхностью.

Методика проектирования в **ROUND**

① Система предлагает выбрать, какое скругление Вы будете строить: с постоянным радиусом (FIXED) или с переменным (VARIABLE).

② Если выбран постоянный радиус, то предлагается ввести значение радиуса и выбрать способ задания скругления:

- скругление ребра по дуге (ARC), касательной к смежным граням;
- скругление ребра по конической кривой (CONIC), касательной к смежным граням;
- параметр P.

Если значение параметра P > 1, то кривизна кривой увеличивается и скругление может превратиться в скругляемый угол. Если значение параметра P < 1, то кривизна кривой становится меньше, и скругление превращается в фаску. Если параметр P = 1, то в результате получается такое же скругление, как и при использовании опции ARC.

③ Укажите ребро (EDGE), вдоль которого будет построено скруг-

ление (одно ребро или последовательность ребер, не имеющую изломов). Затем укажите режим создания скругления: вдоль одного ребра или вдоль цепи (рисунки 31,32).

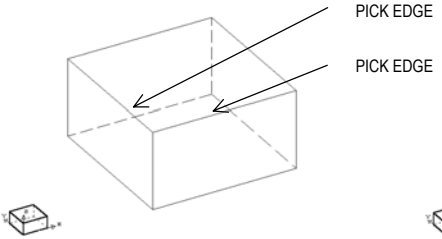


Рис. 31

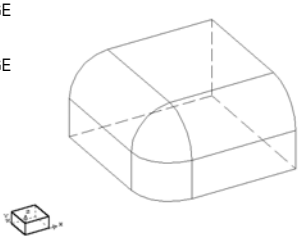


Рис. 32

④ Если выбран переменный радиус, укажите ребро, которое необходимо скруглить (одно или последовательность ребер, не имеющую изломов). Введите значения радиусов для концов и середины этого ребра (ребер).

На рисунках 33, 34 показано создание скругления (ROUND_EDGE_-FACE) постоянного радиуса, которое начинается на ребре и проходит касательно к грани.

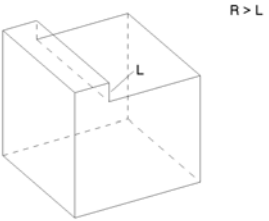


Рис. 33

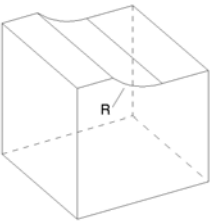


Рис. 34

13. Создание эскизов компонентов модели

Создание эскизов происходит в модуле Sketcher (Эскизник). Проектировщик оказывается в нем при работе с любой функцией, требующей задать какой-либо эскиз контура. Попасть в модуль Sketcher можно и через основную функцию редактирования **EDIT** выбором опции SKETCH.

В среде Sketcher сначала создают черновой набросок (эскиз) контура сечения с приблизительными (*какие получатся на экране!)* размерами. Затем вместо случайных размеров вводят требуемые размеры, и контур, автоматически перестраиваясь, приобретает законченный вид. При этом технология вычерчивания эскизов контуров сечений ничем не отличается от технологии вычерчивания чертежей, например, в AutoCAD и представляет собой последовательное присоединение примитивов в виде отрезков прямых, дуг, окружностей и сплайнов.

Поскольку Sketcher создает параметрические эскизы, их вид можно менять до бесконечности, и получать новые варианты контура в пределах заданной топологии.

Sketcher также обеспечивает вывод на экран пунктирных "сигнальных" линий, которые показывают типовые или заданные положения создаваемого примитива относительно созданных ранее (например, его перпендикулярность другому примитиву, параллельность, касание, прохождение под заданным углом, прохождение через центр дуги, через конец примитива, т.е. через неявные точки контура). По умолчанию активизированы сигнальные линии для всех трех типов неявных точек, которые на экране обозначаются различными символами. Когда эскиз выполняется на уже существующей грани, все точки, находящиеся на концах и в центрах ребер этой грани, отмечаются символом +. Когда курсор попадает в эти точки, на экране появляется символ X .

INTERS
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ

END
КОНЦЫ

CENTER
ЦЕНТРЫ

Когда Вы попадаете в модуль Sketcher, Вами уже выбрана базовая плоскость или грань предыдущего примитива для размещения эскиза. В верхней части экрана появляется основное меню Sketcher:

IND. 1ST POINT	DISPLAY	LINE	CORNER		ERASE	ADD GEOM	PREVIEW	EXIT
УКАЖИ 1-Ю ТЧК	НАПРАВЛЕНИЕ	ПРЯМАЯ	ПЕРЕСЕЧЕНИЕ		СТЕРЕТЬ	ДОП.ГЕОМ.	ПРОСМОТР	ВЫХОД

Система требует указать первую точку контура. По умолчанию установлен часто используемый примитив LINE. Поэтому для рисования прямыми достаточно поставить курсор в требуемую точку и нажать кнопку мыши <PICK>. Если положение точки удобнее определить путем привязки, например, к концу ранее построенного примитива, нажмите кнопку мыши <SUBMENU>. Из появившегося на экране меню выберите способ привязки (см. разд. 6). Если положение базовой плоскости на экране затрудняет вычерчивание эскиза, нажмите кнопку мы-

ши <POP UP> и воспользуйтесь функциями управления изображением.

Поясним назначение экранных кнопок меню Sketcher.

DISPLAY Установка направлений примитива, которые необходимо показывать сигнальными прямыми. При совмещении с сигнальной прямой создаваемый примитив наследует ее положение после нажатия <PICK> и, таким образом, значительно ускоряется процесс создания топологических связей между примитивами.

Активизация сигнальных линий при направлении создаваемого примитива на неявные точки: пересечения примитивов, концов примитивов и центров дуг или окружностей. Запись текущего эскиза в файл.

CORNER Вид сопряжения двух линий, создаваемых последовательно одна за другой (угол, фаска или скругление). Эта опция появляется, только если создаются прямые (опция LINE). Сначала появляется параметр BY IND (ЗАДАТЬ), Вам предоставляется возможность динамически определить размер первой фаски. После того как размер первой фаски определен, этот параметр переключается на SAME AS (ПОВТОР), и в дальнейшем на месте пересечений прямых автоматически будут создаваться фаски такого же размера, как и первая. Для того чтобы сделать фаску другого размера, следует вновь установить параметр BY IND.

ERASE Удаление указанных прямых, дуг и окружностей до их первого пересечения с каким-либо элементом; удаление размеров.

ADD GEOM Если для создания контура выбрана плоскость (а не плоская грань ранее созданного компонента), необходимо, задать базовые геометрические элементы, относительно которых будет образмерен контур и однозначно определено положение нового компонента относительно уже существующего твердотельного объекта. Меню предлагает выбрать ребра и/или базовую ось X:

SELECT	REFERENCE EDGES	IND. +X AXIS

Если из меню выбрать EDGES, система запросит:
PICK REF.EDGES - укажите грани, которые Вы хотите спроецировать на плоскость эскиза и нажмите <EXIT>. Полученные проекции станут справочным базовым элементом (рис.35).
Если выбрать +X AXIS, то положение эскиза будет задано базовой осью X. Эта ось определяется проекциями на плоскость эскиза двух указанных пользователем точек:
IND. ORIGIN - точка начала базовой оси (системой будет рассматриваться ее проекция на плоскость эскиза) и
IND. +X AXIS - точка, определяющая направление оси (на самом деле принадлежать оси будет ее проекция на плоскость эскиза).
Затем нажмите <EXIT> – на плоскости появится перекрестье начала оси (рис.36), и система вернет на экран основное меню модуля Sketcher.

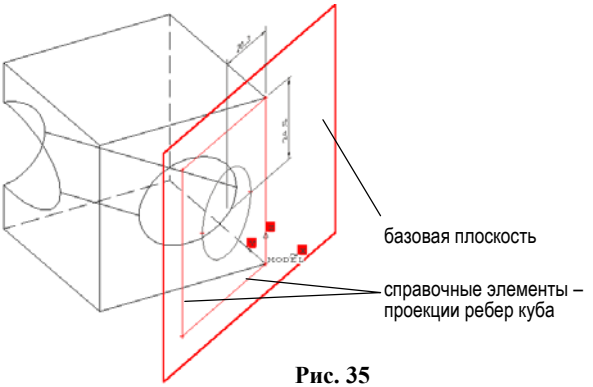


Рис. 35

PREVIEW Предварительный просмотр контура, который получится после выхода из модуля Sketcher.

EXIT Выход из модуля Sketcher. Созданный эскиз контура автоматически изменит свою форму в соответствии с заданными размерами, после этого управление вновь вернется к активной функции твердотельного моделирования.

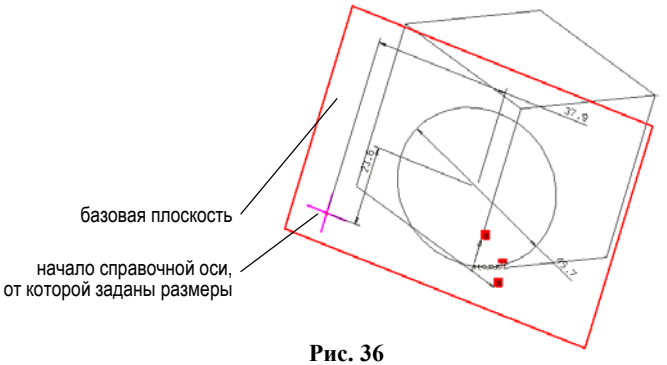


Рис. 36

LINE Геометрический примитив, установленный по умолчанию. При его активизации осуществляется выбор других примитивов или действий, появляющихся в выпадающем меню:

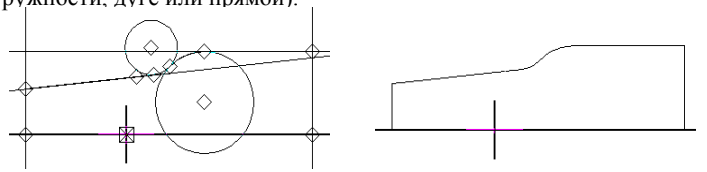
LINE	ПРЯМАЯ
CIRCLE	ОКРУЖНОСТЬ
ARC	ДУГА
SPLINE	СПЛАЙН
POINT	ТОЧКА
SYMMETRY	ЛИНИЯ СИММ.

USE-GEOM	ПРОЕКЦИЯ
PLACE	ВЗЯТЬ
DIMENS	РАЗМЕРЫ

CIRCLE

Укажите центр создаваемой окружности. Появится эластичная окружность. Перемещая курсор от центра или к центру, задайте ее диаметр и положение. Это – способ CENTER – построение окружности по центру и точке на окружности.

Если необходимо установить другие способы задания окружности, нажмите кнопку <SUBMENU>, после чего появится меню вариантов: указанием центра и/или точек, через которые должна проходить окружность; касательно указанному примитиву (окружности, дуге или прямой).



На схеме слева использовано касание окружностей и линий, а также выделены точки, разделяющие примитивы при построении. На схеме справа – результирующий эскиз контура без размеров.

POINT

Создание базовых и справочных точек. Такие точки необходимы, например, для задания центра отверстия в опции HOLE функции CREATE.

Точки должны располагаться на примитивах эскиза (прямых, дугах, сплайнах). Исключение составляют только те точки, с помощью которых задаются центры отверстий, – они могут быть расположены в любом месте выбранной плоскости эскиза.

SYMMETRY

Задание линии (линий) симметрии. Если эскиз должен иметь линию (линии) симметрии, то построение этих линий должно быть первым действием в модуле Sketcher, т.к. опция SYMMETRY находится в меню только тогда, когда создание эскиза еще не начато. Имеется возможность выбрать одну или две линии симметрии. Когда задаются две линии симметрии, вторая должна выходить из конца первой.

После этого эскиз будет создаваться только с одной стороны от линии симметрии, а все его части, выходящие за пределы этой линии, будут отсекаться. Если была задана линия симметрии, то в меню появится дополнительная опция VIEWING (ПРОСМОТР), которая позволяет увидеть эскиз целиком, т.е. при выборе этой опции будет построено зеркальное отображение существующего эскиза относительно выбранной линии симметрии.

USE-GEOM

Проецирование ребер одной из граней существующего компонента модели с целью использования этих проекций в качестве примитивов эскиза контура нового компонента. Диалог –

PICK EDGE/EXIT - укажите ребро, которое будет спроецировано на плоскость создаваемого эскиза;

OFFSET – задайте расстояние между исходными проекциями ребер и требуемым равноудаленным контуром;

FLIP SIDE - измените направление построения на противоположное.

DIMENS Простановка размеров на эскизах контуров сечений – «образмеривание».

После активизации опции DIMENS основное меню Sketcher несколько изменится:

PICK. PT/LINE/CIRC/DIM	DISPLAY	DIMENS	SHOW		ERASE	ADD GEOM	PREVIEW	EXIT

PICK PT/LINE/CIRC/DIM Укажите в качестве начала отсчета размера точку, прямую или окружность. Не забудьте, что базой отсчета размеров для окружности является ее центр. При указании на уже существующий размер он может быть изменен. Затем укажите, до какого элемента требуется вывести размер: до второй точки, до прямой или до центра данной окружности

IND. POS/LINE/CIRC Укажите, в каком месте эскиза следует вывести значение размера, прямую, параллельно которой необходимо дать размер (если требуется, чтобы этот размер был дан под углом к расстоянию между указанными точками), или окружность (в этом случае будет проставлен угловой размер вдоль указанной окружности).

IND POSITION/EXIT Укажите местоположение размера – будут сформированы выносные и размерные линии.

Пока позиция размера окончательно не определена, можно изменить значение этого размера. Для этого нужно нажать клавишу <TAB> или выбрать параметр SIZE (РАЗМЕР), ввести необходимое значение и нажать <CR>. Если указать на размер и не отпускать кнопку <PICK>, то его можно динамически перемещать в плоскости эскиза.

Если при попытке выхода из DIMENS Вы получили сообщение OVER DIMENSIONED (ЛИШНИЙ РАЗМЕР), опцией ERASE (СТЕРЕТЬ) удалите лишние и неверно проставленные размеры (рис.37, а). Кроме того, еще раз проверьте созданный эскиз; возможно, он имеет ошибки. Геометрические и размерные связи эскиза должны поддерживать параметризацию при сохранении заданной топологии и в соответствующих пределах изменения размеров.

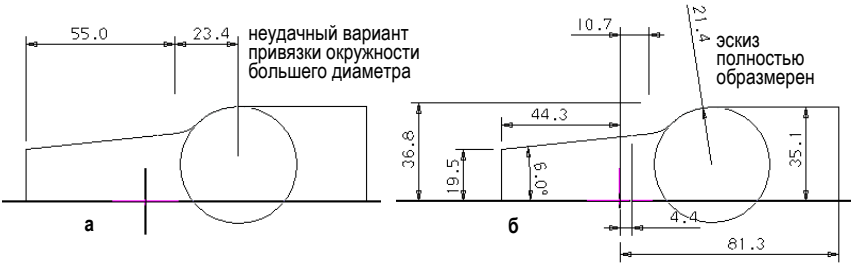


Рис. 37

При образмеривании контура в модуле Sketcher лучше или задать все необходимые размеры (образмерить контур полностью) или не задавать их вообще. Не оставляйте контур образмеренным частично.

Когда ***все*** необходимые размеры проектировщиком указаны, т.е. определены полностью необходимые размерные связи, в нижней части экрана появляется сообщение FULLY DIMENTIONED (РАЗМЕРОВ ДОСТАТОЧНО). На рис.37, б показан пример варианта правильной простановки размеров.

14. Редактирование эскизов и компонентов модели

В предыдущем разделе описано, как строить эскизы и наносить размеры для создаваемых компонентов. Эскизы ранее созданных компонентов и сами компоненты можно редактировать в функции **EDIT** (ИЗМЕНИТЬ) с помощью следующих функций:

SELECT FUNCTION	PARAMETERS
	SKETCH
	RELATION
	DELETE
	SUPPRESS
	RENAME
	REPLAY
	TRIM

ВЫБЕРИ ФУНКЦИЮ	РАЗМЕРЫ
	РАЗМ. СВЯЗИ
	ФОРМУЛЫ
	УДАЛИТЬ
	СПРЯТАТЬ
	НОВОЕ ИМЯ
	СЦЕНАРИЙ
	ОТРЕЗАТЬ

Рассмотрим назначение важнейших функций EDIT.

Функция **PARAMETERS**

Обеспечивает изменение величин размеров компонента и, как следствие, изменение его формы. Содержание диалога:

PICK FEATURE *УКАЖИ КОМПОНЕНТ*	На экране появятся все его размеры (рис.38). Их положение можно изменять динамически.
PICK DIMENSION	Поставьте курсор на значение размера и нажмите <PICK>. Размер и размерные линии будут выделены зеленым цветом.
IND. DIM. POS/EXIT	Введите новую величину (VALUE) размера и нажмите <CR>, а затем <EXIT>. На экране появится новая величина этого размера, но форма компонента сразу не изменится. Измените величины всех необходимых размеров и нажмите <EXIT>.
SELECT FEATURE/EXIT *УК. КОМПОНЕНТ/EXIT*	Укажите еще один компонент или еще раз нажмите <EXIT> для окончания работы с этой опцией. Только теперь форма твердотельного объекта будет изменена (рис.39).

Функция **SKETCH**

Обеспечивает изменение схемы образмеривания эскиза сечения компонента или, если компонент был создан без размеров, нанесение

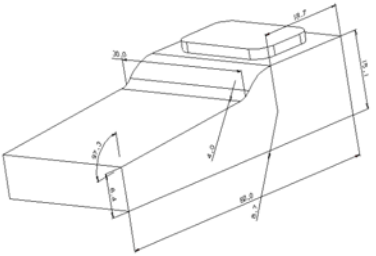


Рис. 38

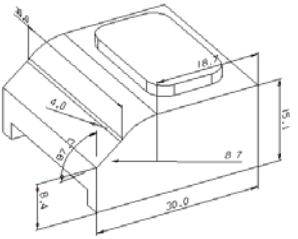


Рис. 39

всех его размеров.

Пользователь должен указать компонент (*SELECT FEATURE*), после чего появляется меню Sketcher. Однако в нем доступны только опции DIMENS (РАЗМЕРЫ), MODIFY (ИЗМЕНИТЬ) и ERASE (СТЕРЕТЬ).

По умолчанию устанавливается опция DIMENS. Если Вы подведете к ней курсор и нажмете <PICK>, то эта опция будет заменена MODIFY.

Действия по образмериванию в опции DIMENS аналогичны рассмотренным ранее в функции PARAMETERS, с той лишь разницей, что не указан размер выдавливания – размерная схема будет плоской (рис.40). Опция MODIFY позволяет динамически менять форму эскиза (рис.41).

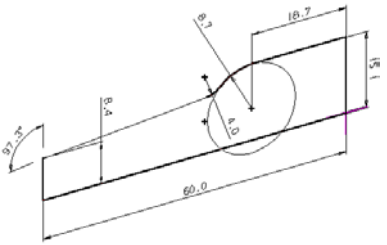


Рис. 40

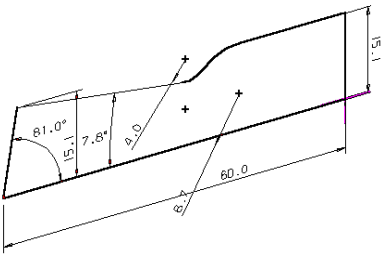


Рис. 41

Функция **RELATION**

Установка математических зависимостей между размерами компонентов или изменение значений размеров.

Все выражения должны состоять из прописных символов. Последовательность выполнения арифметических действий стандартная: слева направо. Для изменения последовательности можно использовать скобки. Если между размерами установлена линейная зависимость, например L2=L3∗2+5, то эта зависимость будет двунаправленной, т. е. изменение значения любого из входящих в зависимость размеров приводит к изменению другого.

Если какой-либо размер зависит от значения не одного, а нескольких размеров, то зависимость будет однонаправленной (например, L2 = =L3 + L4, где размер L2 не может быть изменен). На рис.42 выделен компонент, размеры которого не связаны зависимостями. На рис.43 заданное соотношение между шириной детали L69 и протяженностью верхней плоскости L80 таково, что вызвало нависание созданного на ней компонента.

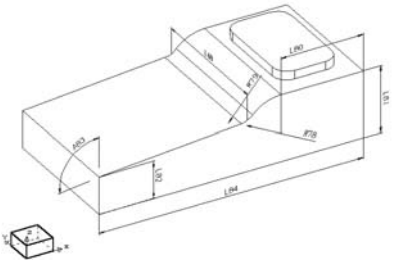


Рис. 42

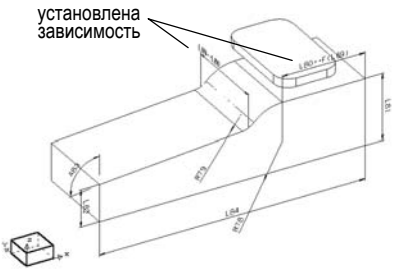


Рис. 43

Поясним назначение остальных функций EDIT.

DELETE	Удаление компонентов, базовых плоскостей и осей.
SUPPRESS	Исключение выбранных компонентов из числа высвечиваемых и регенерируемых.
RENAME	Изменение имени компонента.
REPLAY	Данная функция позволяет воспроизвести ("проиграть") по шагам сценарий (последовательность создания твердотельного объекта). На любом шаге можно задать новый или удалить ненужный компонент, оставив без изменений выполнение последующих шагов сценария.

15. Начало и завершение работы

Начало. Для запуска CAD/CAM Cimatron необходимо выбрать курсором на рабочем столе Windows 95(98) пиктограмму системы и дважды нажать левую кнопку мыши, либо открыть левой кнопкой меню ПУСК, найти в меню ПРОГРАММЫ группу Cimatron и выбрать верх-

нюю строку вкладки. (***Будьте осторожны***: случайный выбор нижней строки **unInstall** приведет к безвозвратному удалению системы с компьютера) После загрузки появится запрос:

ENTER FILE NAME
ВВЕДИТЕ ИМЯ ФАЙЛА.

Если на этом этапе нажать кнопку <EXIT>[1], то произойдет возврат в операционную систему.

Для продолжения работы в системе необходимо набрать имя ранее созданного или вновь создаваемого файла и нажать на клавиатуре ENTER. (Следует помнить, что в данной системе эта клавиша обозначается как <CR>.) Если физический диск состоит из нескольких логических, то, возможно, надо указать имя выделенного Вам логического диска и путь к файлу, например, f:\cimit\tms\mtm47\ivan.pfm.

В пределах логического диска, предоставленного пользователю по умолчанию, выбор файла выполняется из списка после нажатия кнопки <POP UP>. Для этого, перемещая курсор, «подсветите» имя файла, а затем нажмите кнопку <PICK>.

Для создания нового файла нажмите экранную кнопку [- - - - - -] и с клавиатуры введите его имя[2]. Затем необходимо выбрать единицы измерения, нажав экранную кнопку "MM".

Завершение. Для выхода из системы поставьте курсор на экранную кнопку функции EXIT, которая находится в меню общесистемных функций (рис. 16), и нажмите левую кнопку мыши. В строке подсказки система предложит выбрать опцию: закрыть (CLOSE) текущий файл или открыть (OPEN) новый. Выберите – CLOSE. Далее система предложит: сохранить (SAVE ON FILE) результаты сеанса работы или нет (ABANDON FILING). При желании сохранить в файле внесенные изменения нажмите экранную кнопку SAVE ON FILE. На экране появляется запрос ввести имя файла: ENTER PART FILE NAME . Теперь можно ввести новое имя файла и нажать на клавиатуре <CR> или, просто нажав <CR>, сохранить внесенные изменения в файле с прежним именем.

Выбор ABANDON FILING отменяет сохранение внесенных изменений (при редактировании) или сохранение только что проделанной работы в файле. В этом случае запрашивается подтверждение отмены сохранения – укажите Yes.

---

[1] Описание кнопок мыши дано в разд. 5.

[2] В последней версии системы для ввода имени и выбора файла можно использовать браузер Windows

В заключение диалога предлагается продолжить или завершить работу в системе. Выберите QUIT для выхода в операционную систему.

16. Примеры моделирования

Рассмотрим создание модели цапфы (рис. 44), исходный эскиз которой приведен на рис. 45. Анализируя форму детали, предложим следующий сценарий: выберем базовым компонентом корпус, который построим поворотом эскиза контура продольного сечения на 360°. Следующим компонентом будут ступенчатые отверстия на фланце втулки.

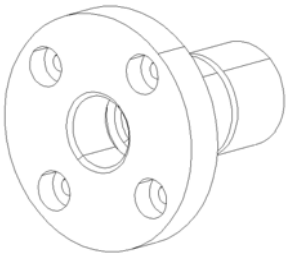


Рис. 44

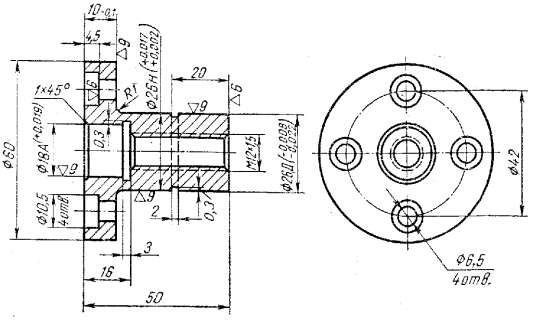


Рис. 45

Итак, запустим систему. Нажав кнопку <POP UP> и выбрав пункт PICTURE, установим стандартный изометрический вид ISO. Подготовим базовые плоскости, последовательно нажимая следующие экранные кнопки и опции открывающихся меню:

SOLID >> DATUM >> PLANE >> MAIN (результат на рис. 46).

Подготовим ось вращения будущего эскиза. Для этого выберем:

SOLID >> DATUM >> AXIS >> 2 PLANES,

а затем укажем вертикальную XOZ и горизонтальную плоскости, пересечение которых даст справочную ось в направлении X (рис. 47); удлиним ось в ответ на предложение RESIZE AXIS.

Для построения эскиза компонента выберем функцию CREATE >> REVOLVE. Система запросит указать ось вращения, базовую плоскость для построения (выберем плоскость XOZ); после чего появится перекрестье (рис. 48).

Совместим базовую плоскость с плоскостью экрана. Для этого нажмем кнопку <POP UP> и, выбрав пункт PICTURE, установим вид FRONT (для отображения базовой плоскости в пределах экрана,

возможно, придется воспользоваться кнопкой мыши <POP UP> с последующим выбором автомасштабирования AW).

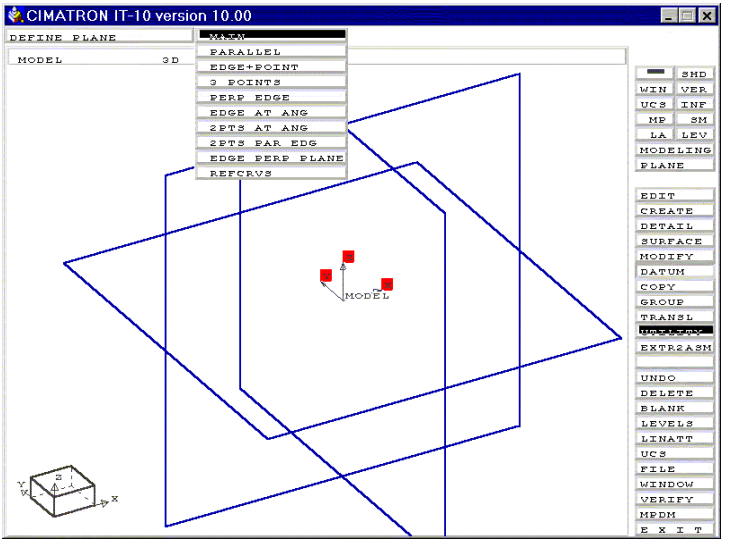


Рис. 46

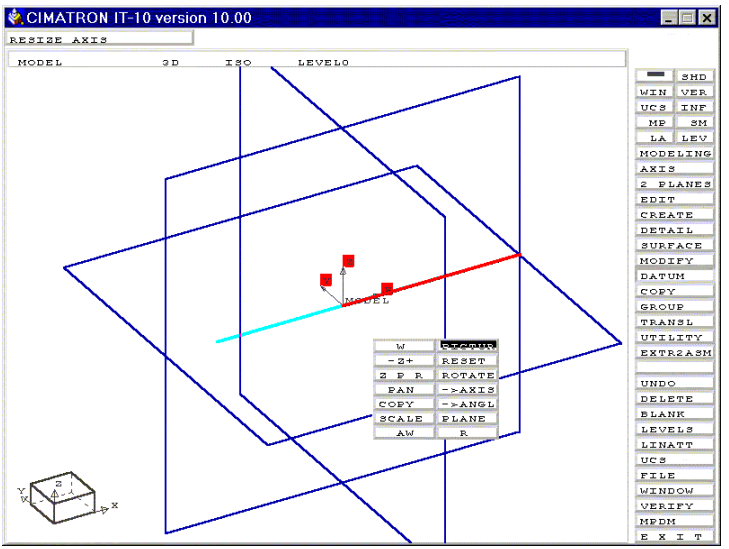


Рис. 47

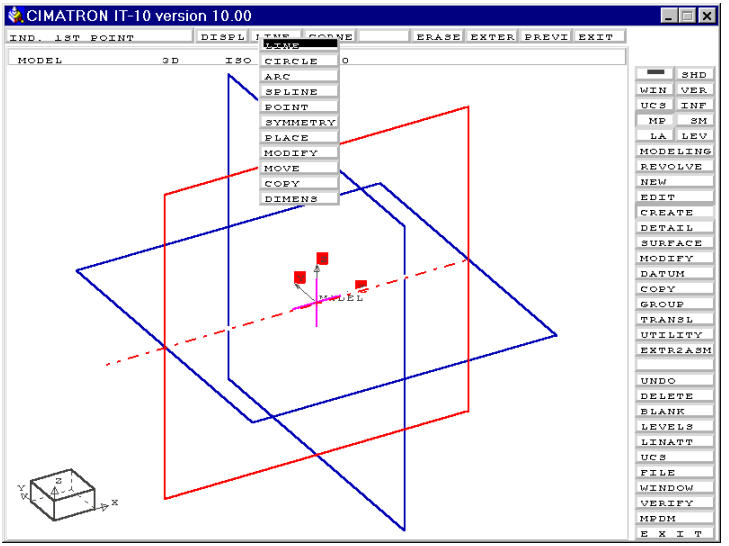


Рис. 48

Теперь построим (*как получится!*) замкнутый контур эскиза (рис.49), а затем образмерим его, используя возможности опции DIMEN.

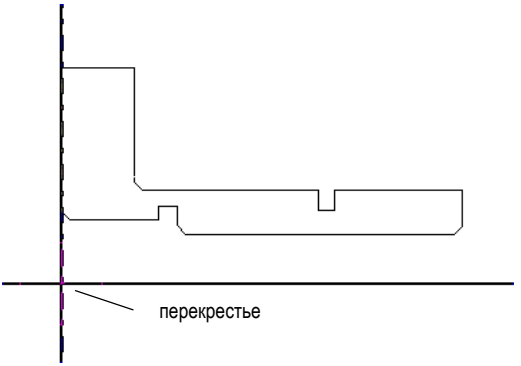


Рис. 49

На рис. 50 показана ситуация, когда не все размеры указаны. Система информирует об этом ромбиками и сигнальными линиями. Добавим недостающие для однозначного описания контура размеры. На рис. 51 образмеривание выполнено полностью – в нижней строке экрана появилось подтверждение системы об этом.

Закончим построение компонента. Для этого нажмем экранную кнопку EXIT. Повернем плоскость XOZ с помощью функций управления изображением. В результате получим базовый компонент в каркасном представлении (рис.52).

Построение второго компонента – совокупности ступенчатых отверстий – проведем с помощью функции CREATE >> HOLE >> SHAPED. По запросу системы *PICK FACE/PLANE* укажем в качестве справочной

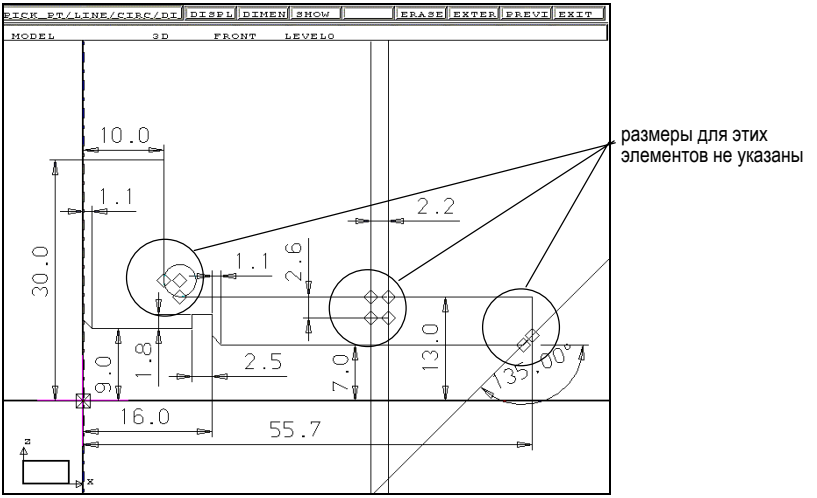


Рис. 50

вспомогательной плоскости грань базового компонента – фланец большего диаметра.

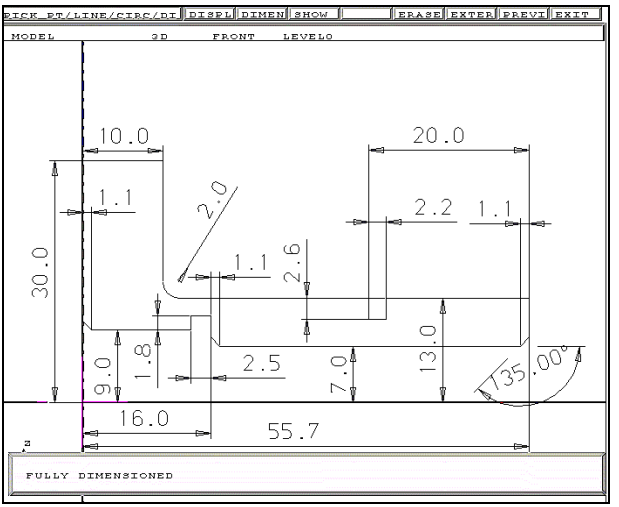


Рис. 51

Теперь система запрашивает точки центров отверстий: *IND. POINT*. Для удобства последующих построений повернем плоскость фланца, практически совместив ее с плоскостью экрана (рис. 53). Построим

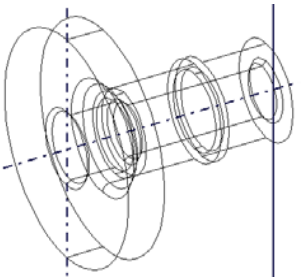


Рис. 52

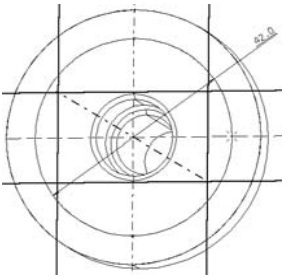


Рис. 53

вспомогательную окружность и зададим ее диаметр. Укажем положение всех четырех точек, используя сигнальные линии, и нажмем экранную кнопку EXIT – в последней из указанных точек появится перекрестье (рис. 54).

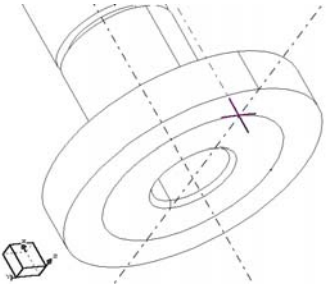


Рис. 54

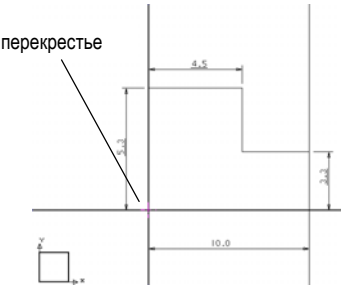


Рис. 55

Развернем изображение, выбрав вид TOP, и построим в плоскости перекрестья эскиз ступенчатого отверстия, а затем образмерим его (рис. 55). Начальная точка контура должна начинаться в центре перекрестья, а конечная – лежать на заданной ранее оси вращения. Для завершения построения нажмем кнопку EXIT. Для просмотра результата проектирования повернем модель в положение вида ISO (рис. 56).

Сохраним созданную модель в файле *capfa.pfm*. С этой целью выберем курсором функцию FILE, затем – из меню пункт SAVE PART и наберем в верхней строке экрана имя логического диска, путь, имя файла без расширения; нажмем <CR>. Система подтвердит создание или обновление файла комментарием в нижней строке экрана.

В заключение просмотрим модель в полутоновой закраске с помо-

щью функции SHADE. Для ориентировки оставлены оси, использованные при построении модели (рис. 57).

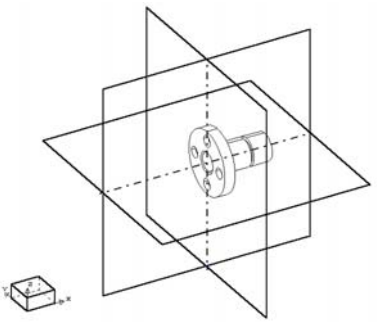


Рис. 56

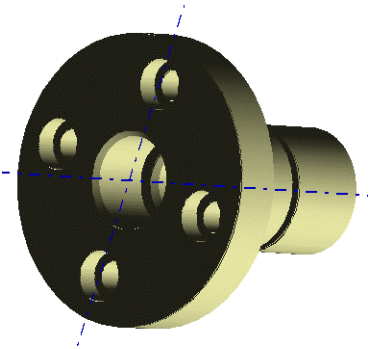


Рис. 57

Таким образом, мы полностью рассмотрели пример проектирования модели детали.

Литература

1. Зильбербург Л.И, Марьяновский С.М., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Cirnatron – компьютерное проектирование и производство / Под общей ред. С.М. Марьяновского. - СПб: КПЦ «МиР», 1998. – 166 с.
2. Solidtron. Твердотельное моделирование. Версия 8.0. BeePitron Ltd., С.-Петербург.
3. Калачев О.Н. Компьютерно-интегрированное машиностроение и CAD/CAM Cimatron // Информационные технологии. - 1998. - №10.- С. 43-47, 49. www.sapr2000.ru/pressa.html
4. Научная школа члена-корреспондента РАН Ю.М.Соломенцева: Сборник научных трудов – М.: «Янус-К», 1999. – 144 с.

Оглавление

Предисловие……3
1. Представление о возможностях CAD/CAM Cimatron 5
2. Принципы построения 3D модели 7
3. Параметризация в Симатроне.....9
4. Структура экрана системы.....10
5. Назначение кнопок мыши.....11
6. Способы привязки точек.....13
7. Функции управления изображением.....14
8. Общесистемные сервисные функции 17
9. Системы координат 18
10. Базовые элементы построения модели 18
11. Обзор функций твердотельного моделирования 21
12. Методика создания твердотельных объектов 22
13. Создание эскизов компонентов модели.....32
14. Редактирование эскизов и компонентов модели 38
15. Начало и завершение работы.....40
16. Примеры моделирования 42
Литература.....47