

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

О.Н.Калачёв

Применение CAD/CAM Cimatron для проектирования моделей сборочных единиц

«Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»; и специальностям: «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструмент»; «Инструментальные системы интегрированных машиностроительных производств» (направление подготовки дипломированных специалистов - «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»; «Автоматизация машиностроительных процессов и производств (в машиностроении)» (направление подготовки дипломированных специалистов - «Автоматизированные технологии и производства»).

Ярославль
2001

УДК 681.31.00

ББК 32.973.2

K17

Калачёв О.Н.

K17 Применение CAD/CAM Cimatron для проектирования моделей сборочных единиц: Учеб. пособие. – Ярослав. гос. техн. ун-т. Ярославль, 2001. - 48 с.

ISBN 5-230-18415-9

Изложены сведения о составе и возможностях системы. Рассмотрено создание параметрических компонентов 3D-моделей деталей и сборочных единиц на примере технологической оснастки, а также механизм перестраивания моделей на этапе включения в сборку. Представлены иллюстрации формирования модели приспособления и внешнего файла ее параметров.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»; «Автоматизация машиностроительных процессов и производств (в машиностроении)»; «Автоматизированные технологии и производства», а также для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий.

Табл.2. Ил. 83. Библиогр. 4.

УДК 681.31.00

ББК 32.973.2

Рецензенты: кафедра «Информационных технологий» Международного института Управления Бизнеса и Новых Технологий, г. Ярославль; А.К. Аргусов, главный технолог Ярославского моторного завода ОАО «Автодизель»

Редактор М.А. Канакотина

План 2001

Изд. лиц. ЛР N 020311 от 15.12.96. Подписано в печать 7.09.2001

Формат 60x84 1/16. Бумага белая. Офсетная печать.

Усл. печ. л.2,79. Уч.-изд. л. 2,73. Тираж 100. Заказ 2487

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, 2001

© Оригинал-макет, Калачев О.Н., 2000

1. Роль CAD/CAM-систем в современном 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 технологической документации (маршрутной, операционной), доводимой до рабочих мест и с разной степенью подробности регламентирующей будущий процесс изготовления детали*.

Подготовленное описание технологических процессов вводится в систему САМ (Computer Aided Manufacturing). Задачей САМ является организация функционирования, например, гибкой производственной системы на основе разработки кадров управляющей программы (УП) для оборудования с ЧПУ.

Кардинальное изменение процессов конструирования и изготовления изделий на машиностроительных предприятиях Запада состоит в объединении (интеграции) компьютерных систем CAE, CAD и САМ. Производство, построенное по этому принципу, получило название “компьютерно-интегрированного производства” (от английской аббре-

* Калачёв О.Н. Компьютерно-интегрированное машиностроение и CAD/CAM Cimatron // Информационные технологии. - 1998. - №10.- С. 43-47, 49.

виатуры CIM – Computer Integrated Manufacturing). Программные системы, обслуживающие «сквозной», «бесбумажный» процесс проектирования конструкции изделия и, с той или иной степенью подробности, технологии его изготовления, принято называть CAD/CAM/CAE – системами. При этом «САМ» указывает на наличие модулей числового управления (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 (FEM).

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. Возможно также получение с помощью лазерных устройств (стереолитография) готовых полимерных образцов будущих металлических деталей для изготовления литейных форм и штампов.

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

Система CAD/CAM на информационном уровне поддерживается единой базой данных (БД), в которой хранится:

- трехмерная математическая модель, т.е. информация о структуре и геометрии изделия (как результат проектирования в системе CAD);
- технология изготовления (система координат станка, вид и параметры режущего инструмента, траектория его перемещения при обработке различных поверхностей, режимы резания и др.).

Все программные системы, имеющиеся в настоящее время на рынке CAD/CAM-систем и находящиеся в эксплуатации, в зависимости от решаемых ими задач, по мнению известного системотехника и специалиста в области САПР Д.М.Жука*, можно разделить на две группы: специализированные и универсальные системы.

Специализированные системы могут использоваться как автономные самостоятельные системы, так и включаться в состав универсальных систем. Универсальные CAD/CAM/CAE-системы предназначены для комплексной автоматизации процессов проектирования и производства

* Жук Д.М. CAD/CAM/CAE – системы высокого уровня для машиностроения// Информационные технологии, N0, 1995.- с.22-26.

продукции машиностроения. Их можно разделить на три группы в зависимости от их функциональных возможностей, набора модулей и структурной организации: системы низкого и среднего уровня, а также полномасштабные системы.

Системы низкого уровня обычно имеют ограниченный набор модулей, включающий графический моделлер (графическое ядро) с 3D-поверхностной (иногда твердотельной) графикой, модуль просмотра (визуализации) трехмерных тел, модуль генерации программ для оборудования с ЧПУ и др.

Системы среднего уровня имеют более широкий набор модулей, разрабатываемых в значительной мере фирмой-собственником системы. Системы этого класса обеспечивают более высокую функциональность при проектировании машиностроительных изделий, однако они не имеют развитых модулей управления проектными данными и механическими сборками. В большинстве случаев системы среднего уровня используют геометрические моделлеры первого поколения с ограниченными возможностями параметрического моделирования и ассоциативности. Аппаратной базой для таких систем еще недавно были персональные компьютеры с ОС UNIX или ЭВМ уровня графических рабочих станций. К подобным системам могут быть отнесены следующие системы: Pro/JUNIOR, MicroStation (занимает промежуточное положение) и др. Системы среднего уровня непрерывно развиваются и по своим возможностям приближаются к полномасштабным системам, а в ряде случаев и превосходят их.

Полномасштабные CAD/CAM/CAE-системы – это сложные многофункциональные системы, в состав которых входит большой набор модулей (от 40 до 50) различного функционального назначения.

На практике в большинстве западных и отечественных предприятий в эксплуатации находятся разнообразные специализированные и универсальные системы CAD/CAE/CAM различных версий и конфигураций. Очень часто в подразделениях одной и той же организации используются различные системы, иногда это имеет место даже на уровне отдельных разработчиков. Наличие подобного "зверинца" объясняется рядом причин: попытками подобрать наилучшую для данной организации систему, симпатиями и привычками отдельных сотрудников, желанием использовать для конкретных проектных задач наиболее подходящее программное обеспечение, необходимостью использования единой системы с коммерческим партнером и др.

В качестве иллюстрации можно привести результаты обследования в 1993 г. ряда компаний, использующих универсальную систему CAD/CAM Pro/ENGINEER фирмы PTC. Система приобреталась для перехода

к твердотельному геометрическому моделированию и планировалось, что она позволит существенно повысить эффективность применения CAD/CAM-систем в производственной деятельности. Выяснилось, однако, что все фирмы использовали Pro/ENGINEER для выполнения конструкторских работ, а модули препроцессора – для метода конечных элементов и листовой штамповки. Между тем, остальные модули системы, включая модули для станков с ЧПУ и для управления данными, фирмами практически не использовались, поскольку они считали, что для этих задач лучше подходят соответствующие модули других систем.

Таким образом, реально во многих случаях в эксплуатации находятся гетерогенные (неоднородные) системы CAD/CAM. Основная проблема, возникающая при использовании в одном проекте различных систем, заключается в переносе из одной системы в другую геометрических моделей сконструированных деталей и узлов. При этом необходимо обеспечить адекватность описания геометрических моделей с заданной точностью в разных системах.

2. Понятие о Cimatron

Cimatron – интегрированная CAD/CAM-система, предоставляющая достаточно полный набор средств конструирования, инженерного анализа, черчения и разработки управляющих программ к станкам с ЧПУ. Cimatron применяется такими западными фирмами, как Моторола, Фольксваген, Дженерал Моторс, АГФА, ЭПСОН и др.



Рис. 1. Симатрон в ракетной технике

В настоящее время в России и других странах СНГ Cimatron эффективно используется в авиационной (рис. 1) и автомобильной промышленности, в машиностроении, в литейных и штамповочных производствах, для создания механического окружения электроники и товаров народного потребления. Cimatron – это семейство из пяти базовых модулей, которые могут быть дополнены в соответствии с требованиями пользователей. Все эти модули являются полностью интегрированными инструментами для большинства стадий подготовки производства и на различных аппаратных

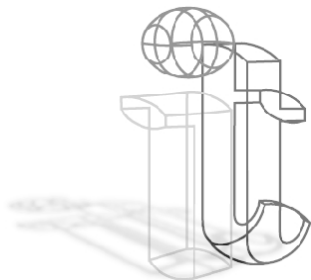


Рис. 2. Каркасная модель

Система предоставляет пользователю мощные и гибкие функции построения галтельных сопряжений, обрезки поверхностей и многое другое (в стилизованном виде характерные особенности модели представлены рис. 2).



Рис. 3. Твёрдотельная модель

платформах от PC Pentium II и до графических станций HP/Apollo, Silicon Graphics, Sun и IBM.

Поверхностное и каркасное моделирование в Cimatron имеет полный набор геометрических элементов: от точек, линий и окружностей до сложных кривых и поверхностей Bezier, Gregori и NURBS. Удобные инструменты создания, редактирования и анализа поверхностей позволяют легко строить и модифицировать сложные скульптурные поверхности.

Твёрдотельное проектирование. Аппарат параметрического твердотельного моделирования (рис. 3) системы Cimatron позволяет автоматизировать работу конструктора уже на этапе эскизного концептуального проектирования.

Эффективная и наглядная система сигнальных линий для задания условий параллельности, касательных, нормалей и т. п. делает проектирование намного более удобным. Возможности оперировать алгоритмом построения, добавлять и перемещать элементы в протоколе моделирования позволяет осуществлять полный контроль над процессом проектирования, а возможности задания алгебраических взаимосвязей между размерами – создавать параметрические модели любой сложности.

Особенно важно, что система позволяет конструктору вести эскизное проектирование, не проставляя все размеры сразу, а лишь заботясь о топологии детали, в результате значительно сокращаются сроки концептуальной проработки проекта. В любой момент можно проставить размеры объекта или полностью изменить схему их простановки.

При создании сборок проектирование может выполняться как “сверху-вниз”, так и “снизу-вверх”. При работе с твердотельными сборками возможно задание параметрических соотношений между объектами, входящими в сборку, редактирование деталей в режиме сборки, провер-

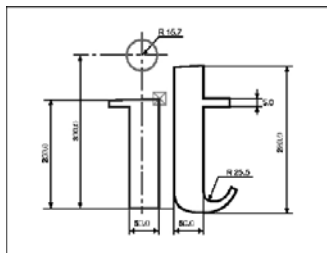


Рис. 4. Чертеж

ка на взаимное пересечение объектов и многое другое.

Подсистема черчения разработана так, чтобы обеспечить интуитивную работу, минимизируя количество повторений одних и тех же операций, и ускорить каждый этап чертежного процесса (рис. 4). Все чертежные данные хранятся в базе данных, единой для всех подсистем Cimatron, структура которой обеспечивает полную интеграцию всех подсистем

и быстрый доступ к данным. Все размеры, допуски, надписи и штриховка полностью ассоциативны с геометрией изделия. Cimatron обеспечивает получение видов трехмерной модели под любым желаемым углом проецирования.

Изменения в модели автоматически отражаются на видах. Интерфейс системы обеспечивает простое и удобное построение и перемещение видов в пределах чертежа.

Такие возможности твердотельного проектирования, как автоматическая генерация сечений моделей, ассоциативность размеров позволяют увеличить скорость процесса подготовки чертежей в несколько раз. Система обеспечивает автоматическое формирование спецификаций сборочных единиц в полном соответствии с требованиями ЕСКД, а также передачу данных в системы управления производством.

Интеграция подсистем обработки и моделирования гарантирует изготовление детали точно в соответствии с требованиями. На основе спроектированной модели подсистема NC создаст управляющую программу для любого вида механической обработки: 2.5-5 координатного фрезерования, сверления, листоштамповки, токарной и электроэрозионной обработок. Разработка NC-программ оптимизирована как с точки зрения создания траектории движения инструмента, так и с точки зрения работы с данными проектирования. Любые изменения модели немедленно отображаются на траектории движения инструмента.

При фрезеровании сложных поверхностей подсистема программирования оборудования с ЧПУ позволяет автоматически выполнять контроль нарезание, рассчитывать зоны, не обработанные заданным инструментом, вычислять траекторию движения для другого инструмента, выполняющего подбор.

Имитация обработки (рис. 5) позволяет проверить и отладить управляющую программу до выхода на станок.

Главным отличием проектирования в Cimatron от использования 2D-



Рис. 5. Обработка

систем является первичность трехмерной модели (3D), а не чертежа. Создание управляющей программы для механообработки или литейной формы, анализ прочности детали или подготовка данных для полимерной модели, – все эти приложения системы используют предварительно построенную проектировщиком 3D-модель.

3. Принципы создания 3D модели в Cimatron

Рассмотрим создание простейшей прямоугольной твердотельной модели, представленной на рис. 6 различными средствами визуализации системы Cimatron.

Для этого наметим следующую последовательность (сценарий) построения модели. Сначала создадим базовый компонент – кубик

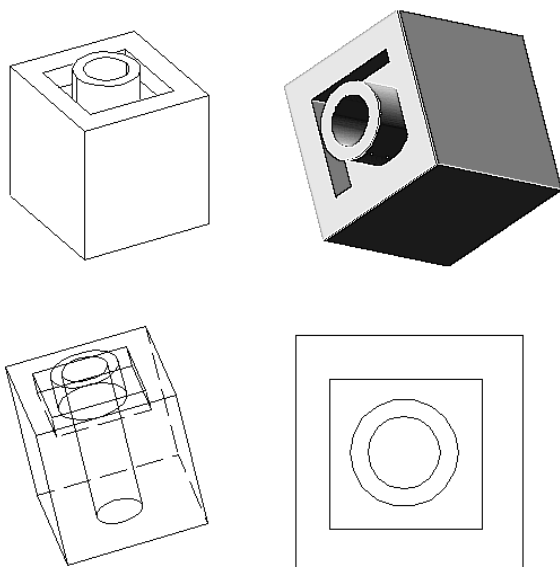


Рис. 6. Способы отображения модели в Cimatron

(рис. 7), затем удалим материал на верхней грани, потом добавим материал – построим на дне углубления бобышку, и, наконец, удалим мате-

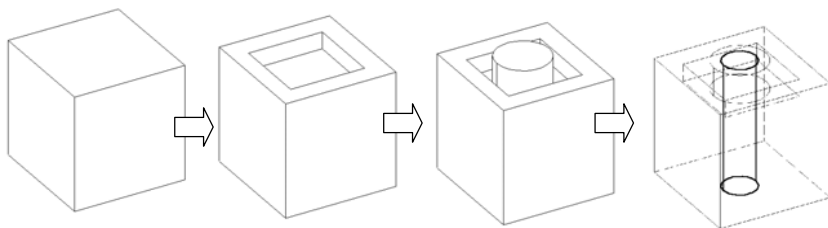


Рис. 7. Сценарий создания модели

риал по всей высоте и получим цилиндрическое отверстие.

Создание базового компонента. Войдя в систему, выберем (рис. 8) в функции CREATE опции EXTRUDE, ADD. После этого построим (рис. 9) на плоскости XOY замкнутый прямоугольный контур. Построение начнем в точке 1: поместим курсор в эту точку и нажмем левую кнопку трехкнопочной мыши. Точка зафиксируется на экране, и от нее потянется «резиновая нить». Переместим курсор в точку 2. Появившаяся сигнальная линия подсветит точное положение нашей прямой вдоль оси X. *Не следует добиваться полного совпадения прямой с сигнальной линией – если сигнальная линия появилась, новая линия ляжет правильно, несмотря на заметный угол отклонения!* Нажатие левой кнопки мыши зафиксирует положение 2 точки. Теперь построим отрезок вдоль оси Y до точки 3. Заметим, что сигнальная линия предлагает направление, перпендикулярное отрезку между точками 1 и 2. Доведем нить до точки 3 и нажмем кнопку. Используя сигнальные линии, завершим построение контура. Обратим внимание на то, как выделяется точка 1 в конце построения: на ней появился ромбик – признак замыкающей точки контура. С появлением ромбика можно щелкнуть левой кнопкой, не заботясь о полном совпадении положения курсора и точки 1.

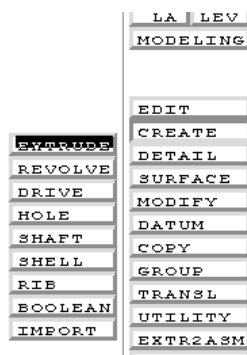


Рис. 8. Опции функции CREATE

Итак, первый шаг выполнен – замкнутый контур построен. Сообщим об этом системе – поставим курсор на **EXIT** в верхней строке экрана и нажмем левую кнопку мыши. (В дальнейшем будем называть прямоугольниками меню, подобные **EXIT**, *экранными кнопками*.)

Верхние строки экрана обновятся: там появятся новые экранные кнопки. И среди них – кнопка DELTA для ввода высоты кубика (рис. 10).

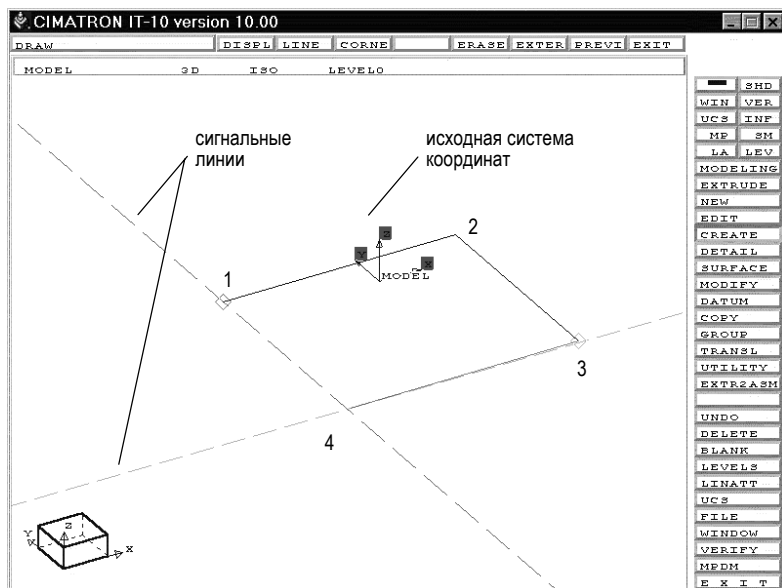


Рис. 9. Последовательность построения эскиза

Нажмем эту кнопку, т.е. поставим на нее курсор и щелкнем левой кнопкой мыши. В экранной кнопке появится значение по умолчанию: **DELTA=100**. Снова нажмем кнопку DELTA – появится **DELTA=**. Введем высоту (рис. 11), на которую необходимо **выдавить** квадрат построенного основания кубика: наберем с клавиатуры «20» и нажмем клавишу ENTER.



Рис. 10. Средства задания высоты выдавливания

На данном этапе можно изменить направление выдавливания, показанное у контура стрелкой (рис. 12). Для этого предназначена кнопка **FLIP SIDE**.

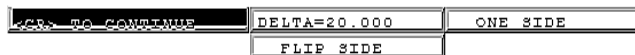


Рис. 11. Ввод высоты выдавливания

Теперь, когда все параметры нами введены, для продолжения поставим курсор в левый верхний угол на кнопку **<CR> TO CONTINUE** или

нажмем клавишу ENTER. На экране вновь появится кнопка **APPLY**.
Результатом нажатия этой кнопки будет построение параллелепипеда

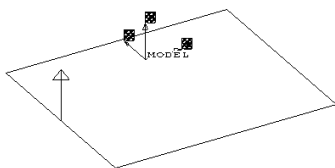


Рис. 12. Направление выдавливания по умолчанию

(рис. 13). Важно обратить внимание на то, что мы пока не задавали каких-либо размеров, кроме высоты. Поэтому получившаяся фигура не является кубом.

Превратим ее в куб, задав одинаковые размеры ребер. С этой целью выберем на правой панели функцию EDIT (ИЗМЕНИТЬ) и ее опцию SKETCH (ЭСКИЗ).

Система запросит указать компонент, эскиз которого мы хотим из-

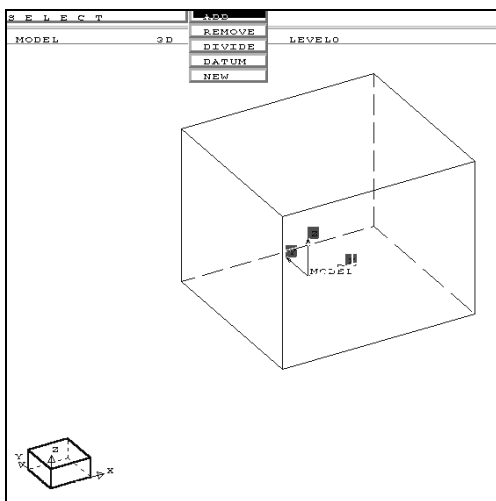


Рис. 13. Первый компонент модели

менить или образмерить; он пока в модели один, поэтому можно поставить курсор на любое ребро и нажать левую кнопку. Вместо параллелепипеда вновь появится прямоугольник основания (см. рис. 12), а

вверху экрана – меню (рис. 14) с предложением рисовать (DRAW). По умолчанию задан режим ввода размеров (DIMEN). Воспользуемся раз-



Рис. 14. Состояние верхней строки экрана

ными средствами простановки размеров ребер. На рис. 15 показана последовательность отметки 1 и 2 точек ребра и указания положения размерной линии (точка 3).

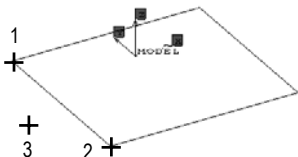


Рис. 15. Первый способ размещения размера

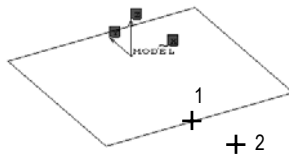


Рис. 16. Второй способ задания размера

Иной способ простановки размера иллюстрирует рис. 16: сначала отмечается ребро, а затем показывается положение размера. Результат построения представлен на рис. 17. Заметим, что при полной простановке размеров, система выдает сообщение FULLY DIMENSIONED.

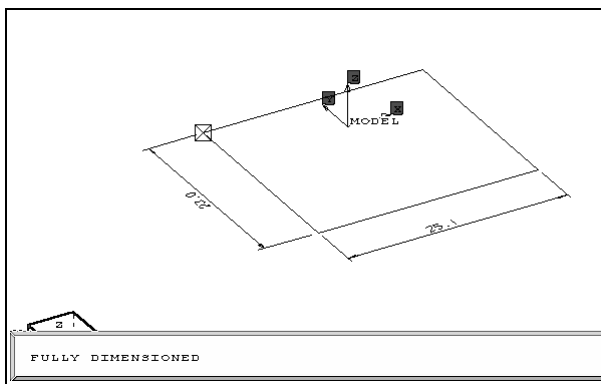


Рис. 17. Простановка размеров на эскизе

Итак, размеры ребер указаны. Однако их значения продолжают оставаться случайными. Для корректировки следует указать (PICK) курсором подлежащее изменению число на размерной линии, нажать левую кнопку мыши – в верхней зоне экрана (рис. 18) сначала появится текущее значение размера. Сотрем это значение нажатием экранной кнопки

SIZE, и введем новое значение «20». Подтвердим ввод – нажмем ENTER, затем – средней кнопкой мыши (она имеет специальное название <EXIT>), выйдем из корректировки нажатием экранной кнопки **EXIT**, и, наконец, выйдем из функции EDIT нажатием кнопки мыши <EXIT>.

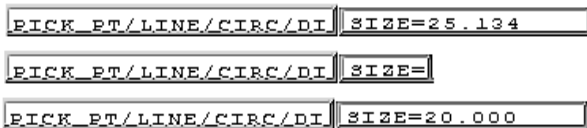


Рис. 18. Корректировка размера

Только теперь модель перестроится согласно измененным размерам и превратится в куб (рис. 19).

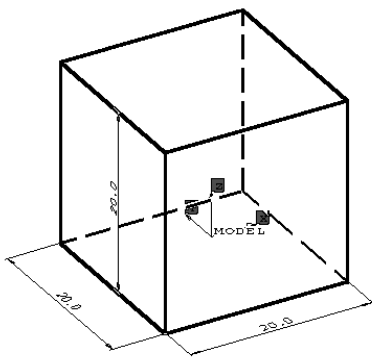


Рис. 19. Вид модели после корректировки размеров

Перейдем к созданию углубления – второго компонента, показанного ранее на рис. 7.

Предварительно построим вспомогательную базовую плоскость, проходящую через верхнюю грань куба (см. рис. 19). Для этого последовательно выберем на панели функцию DATUM и ее опции из меню: PLANE >> PARALLEL. Плоскость будет располагаться параллельно и, по

Левая кнопка мыши в Cimatron называется <PICK>, а средняя – <EXIT>.

умолчанию, на нулевом расстоянии от указанной поверхности. Укажем курсором ребро верхней грани куба и щелкнем кнопкой мыши, а затем изменим (RESIZE) размеры высветившейся базовой плоскости.

Увеличим базовую плоскость так, как показано на рис. 20. Закончим работу с функцией двукратным нажатием <EXIT>.

Для создания углубления выберем функцию CREATE и опцию EXTRUDE, уточним вид выдавливания: с удалением материала – REMOVE. (В дальнейшем такую последовательность для краткости будем записывать так: CREATE >> EXTRUDE >> REMOVE.)

Система предложит указать грань или плоскость (PICK FACE/PLANE), на которой будет создаваться эскиз нового компонента.

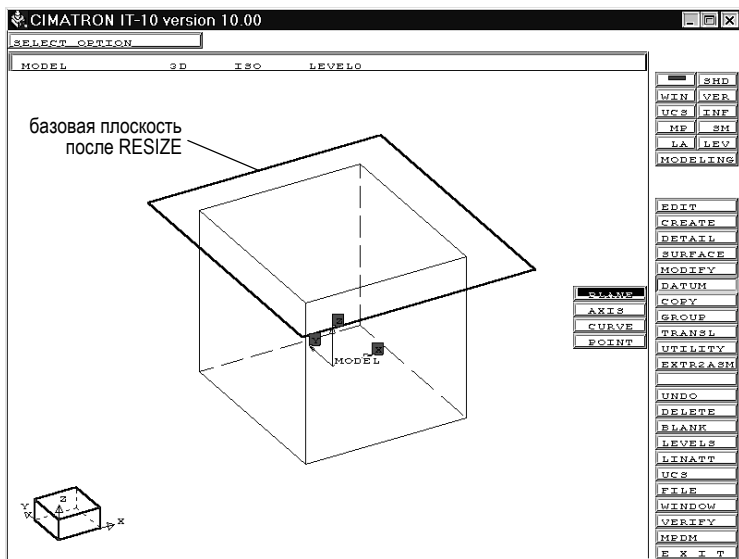


Рис. 20. Создание базовой поверхности

Поставим курсор на границу справочной плоскости (см. рис. 20) и нажмем <PICK>. Система предложит указать ребра модели, которые она

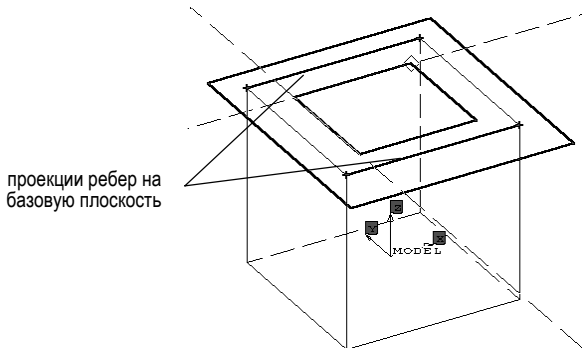


Рис. 21. Эскиз второго компонента

спроектирует на базовую плоскость. (Это придется сделать, хотя особой необходимости в определении положения будущего контура с помощью

Комбинация одновременно нажатых средней и правой кнопок мыши называется <POP UP> .

таких проекций в нашем случае нет. Они нужны для более сложных ситуаций.) В результате указания двух противоположных ребер на базовой плоскости появятся (рис. 21) два параллельных отрезка прямых, совпадающих с ребрами.

Теперь построим контур выемки точно так же, как строилось основание куба. Осталось образмерить этот контур.

Перед этой операцией впервые изменим изометрический вид модели на вид сверху (TOP). Для этого обратимся к возможности мыши вызывать на экран меню (рис. 22) управления изображением: нажмем одновременно среднюю и правую кнопки мыши.

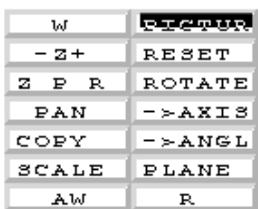


Рис. 22. Меню управления изображением

Нажмем на кнопку **PICTUR** и в верхней строке экрана из меню выберем кнопку **TOP**. В графической области экрана 3D-изображение модели сменится на плоское – 2D (рис. 23). Выйдем из меню управления изображением путем нажатия кнопки мыши <EXIT>.

Образмерим контур нового компонента, показанный на рис. 23. В

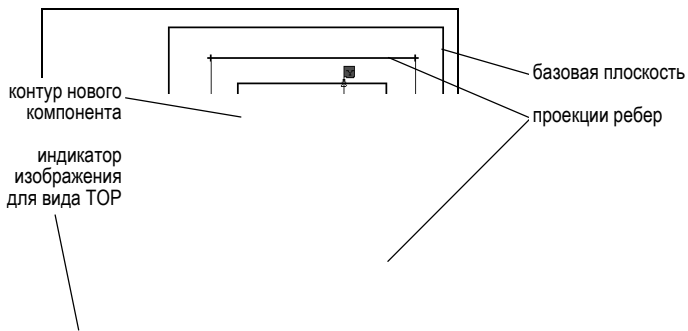


Рис. 23. Вид сверху

верхней части экрана система требует указать первую точку и предлагает различные кнопки-опции для работы с эскизом контура (рис. 24).

По умолчанию выбрана опция LINE для рисования прямых линий. Поскольку на данном этапе необходимо указать размеры, нажимаем на кнопку **LINE**, а затем из открывшегося меню (см. рис. 24) выбираем оп-

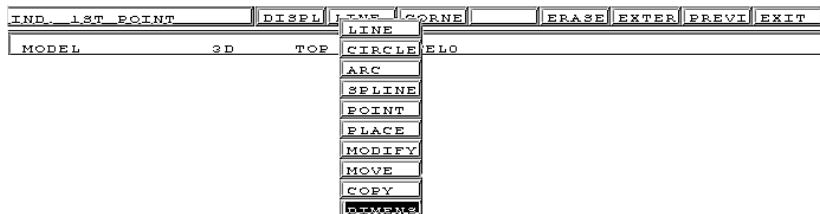


Рис. 24. Меню средств создания и редактирования эскиза

цию DIMENS. Укажем размеры и их положение так, как было показано ранее для куба, а затем введем глубину выдавливания DELTA=3. Для визуального контроля правильности построения перед нажатием кнопки **APPLY** вернемся к изометрическому (ISO) виду модели. В результате к модели будет добавлен второй компонент (рис. 25).

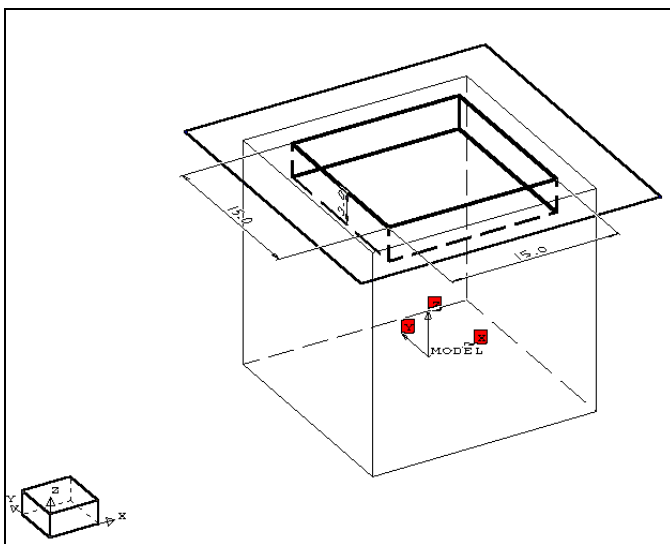


Рис. 25. Модель после добавления второго компонента

Перейдем к созданию бобышки – третьего компонента, показанного ранее на рис. 6. Предварительно удалим изображение базовой поверхности, выбрав функцию BLANK.

Для построения бобышки воспользуемся последовательностью: CREATE >> EXTRUDE >> ADD. Система предложит указать грань или плоскость, на которой будет строиться эскиз нового компонента. На этот раз мы не будем задавать вспомогательную базовую плоскость, а укажем кнопкой <PICK> грань углубления. Нажатием кнопки **LINE** откроем меню и выберем опцию **CIRCL** построения окружности. Поместим курсор в центр будущей окружности на выбранной грани (рис. 26),

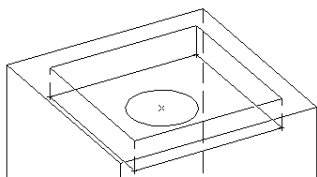


Рис. 26. Эскиз третьего компонента

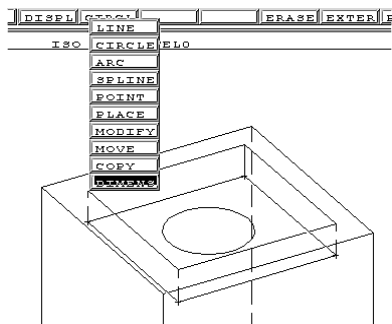


Рис. 27. Выбор DIMENS

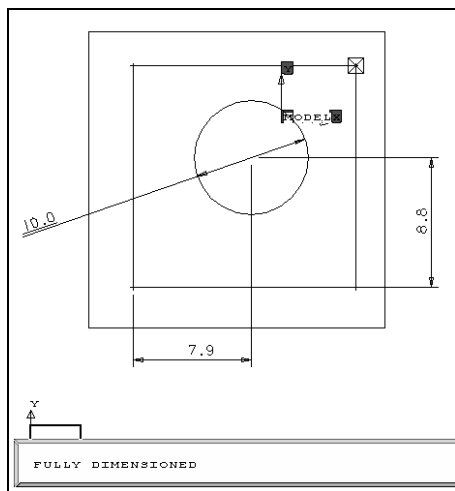


Рис. 28. Эскиз полностью образмерен

нажмем и отпустим кнопку <PICK> (появится перекрестье), а затем «протянем» мышью появившуюся окружность до какого-нибудь радиуса (как получится!) и зафиксируем ее нажатием <PICK>. Выберем из падающего меню опцию DIMENS (рис. 27) и для удобства простановки размеров изменим изометрический вид ISO на TOP. Образмерим окружность так, как показано на рис. 28, указав положение центра и величину диаметра.

Далее зададим высоту выдавливания DELTA=5 и завершим построение нажатием

кнопки **[APPLY]**. Для просмотра результата одновременно нажмем кнопки мыши **<POP UP>** и выберем из появившегося меню экранную кнопку **[Z P R]**. Поставим курсор на любое ребро модели, нажмем кнопку **<PICK>** и, не отпуская ее, перемещением мыши повернем модель.

Воспользуемся функцией **WINDOWS >> MULTI** для одновременного просмотра модели с разных видовых точек зрения (рис. 29). Итак, третий компонент построен.

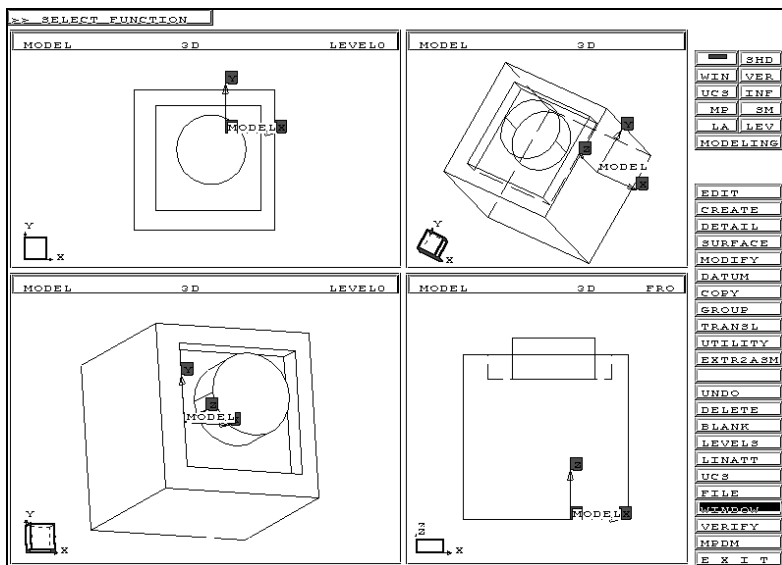


Рис. 29. Использование WINDOWS для просмотра модели

Последний, четвертый компонент – сквозное отверстие – создадим с помощью последовательности: **CREATE >> EXTRUDE >> REMOVE**. Выберем верхнюю плоскость бобышки, и на ней построим эксцентричную окружность; образмерим ее (рис. 30). На этапе ввода глубины выдавливания, не «открывая» кнопку **[DELTA]**, нажмем на кнопку **[THROUGH]**, т.е. выполним отверстие НАСКВОЗЬ. Завершим цикл построения, как и ранее, нажатием **[APPLY]** и **[EXIT]**.

Мы намеренно сместили центр отверстия, чтобы продемонстрировать элементарные возможности редактирования модели. Перестроим теперь модель в соответствии с первоначальным замыслом – сделаем отверстие концентричным бобышке. Для этого войдем в функцию **EDIT >> PARMETERS**, правильно укажем компонент – отверстие, затем отменим размеры для корректировки. Сначала введем значение «0» для од-

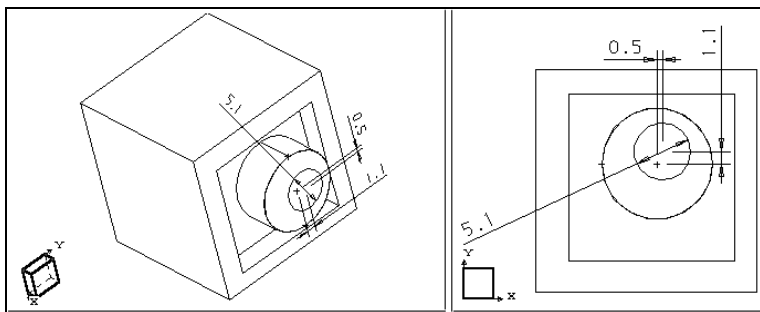


Рис. 30. Эскиз четвертого компонента

ного из размеров, координирующих положение отверстия, и просмотрим результат на рис. 31. Затем обнулим значение второго размера. Модель перестроится в соответствии с заданием на рис. 7.

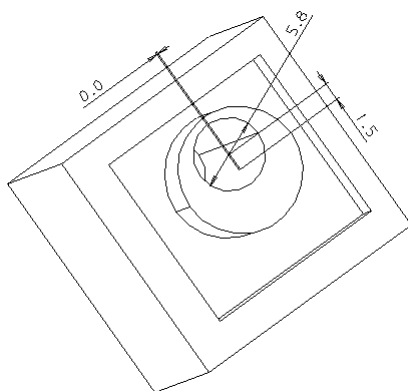


Рис. 31. Изменение положения компонента корректировкой размера

Таким образом, нами полностью выполнен пример проектирования модели простейшей детали.

4. Построение деталей технологической оснастки

Идеальной прикладной средой для использования CAD/CAM Simatрон является проектирование станочных приспособлений и, в частности, универсально-сборных приспособлений (УСП). Как в производственных условиях машиностроительного предприятия, так и в учебном процессе встает проблема создания объемной сборки из нор-

мализованных деталей и узлов, входящих в комплект УСП.

Эффективное решение этой проблемы предполагает три основные стадии:

- создание достаточно большого набора 3D-моделей деталей;
- удобный электронный доступ к ним проектировщика с целью просмотра перед выбором и встраиванием в сборку;
- разработку типовых схем сборки из моделей в Cimatron с учетом вида технологической операции и формы обрабатываемой заготовки.

Создание моделей деталей УСП не является рутинной процедурой, поскольку необходимо тщательно продумывать последовательность формирования компонентов, образмеривание образующих контуров, расположение базовых поверхностей и т.п. Накопленный на практиче-

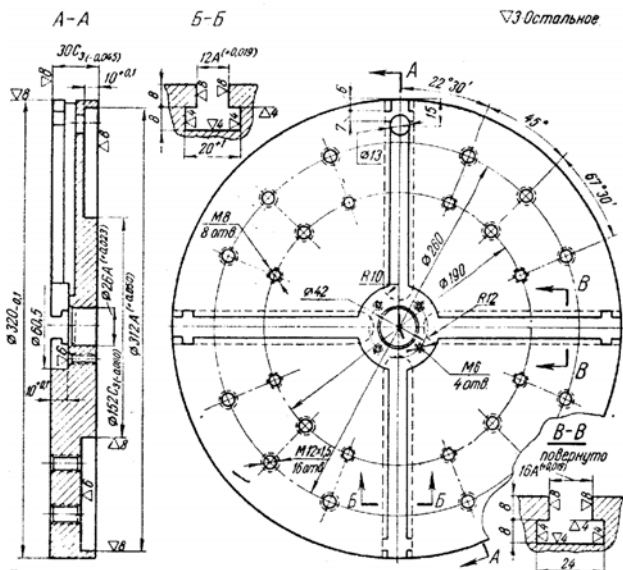


Рис. 32. Исходное представление информации о плите планшайбы

ских примерах опыт моделирования позволяет создавать модель таким образом, чтобы обеспечить оперативное изменение размеров компонентов и быструю модификацию моделей деталей сходной конфигурации.

Допустим, на предприятии имеется синька или эскиз (зачастую выполненный по устаревшим стандартам) чертежа плиты планшайбы (рис. 32) и необходимо по нему построить модель этой детали. Рассмотрим

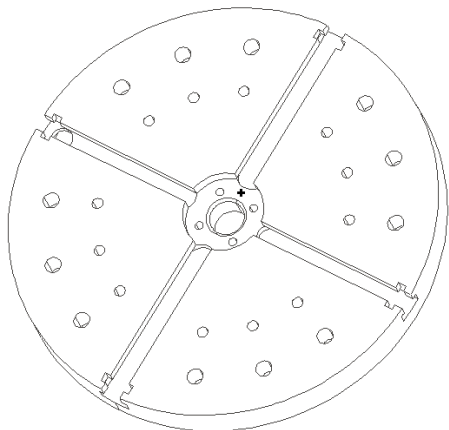


Рис. 33. Компьютерная модель плиты

рим создание модели, которая в окончательном виде показана на рис. 33.

Вначале посредством функции DATUM подготовим координатные плоскости системы MODEL (рис. 34). Далее уберем с экрана изображение тройки осей системы координат MODEL. Установим вид TOP и, последовательно используя функцию CREATE >> ADD, а затем – CRE-

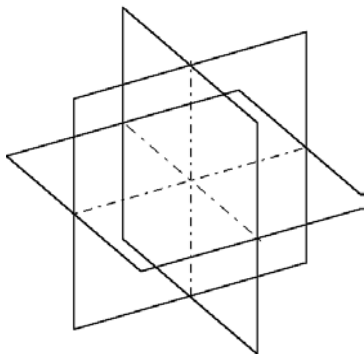


Рис. 34. Исходные базовые поверхности

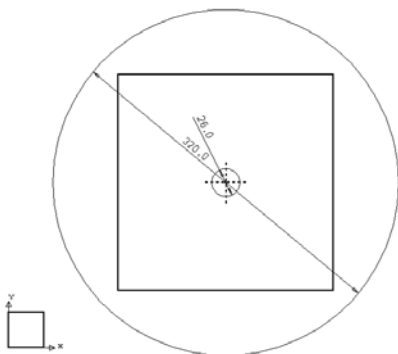


Рис. 35. Совмещенные эскизы двух первых компонентов

ATE >> REMOVE, создадим первый и второй компоненты модели (рисунки 34, 35).

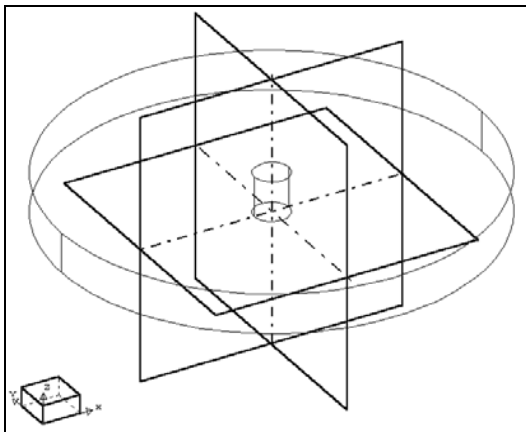


Рис. 36. Два компонента модели

Перевернем изображение модели и, применяя REMOVE, а затем ADD, получим кольцевое углубление (рис. 37). Вернем прежнее положение системы координат и выдавим компонент-углубление в центре детали; функцией DETAIL построим фаску (рис. 38).

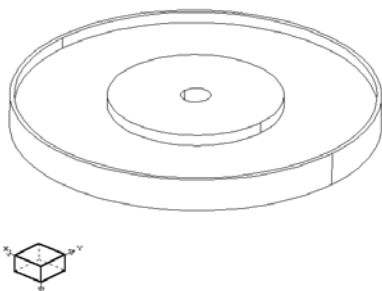


Рис. 37. Кольцевое углубление

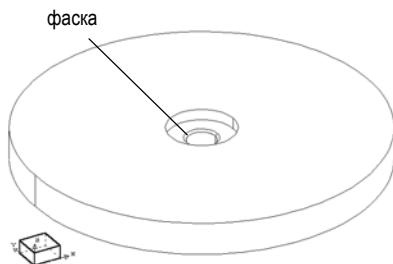


Рис. 38. Выточка в центре

Более подробно покажем создание серии периферийных отверстий. Вначале с помощью функции CREATE >> HOLE построим три отверстия. Для этого выберем в качестве базовой верхнюю плоскость, установим вид TOP и тщательно разметим положение центров отверстий. Однозначность расположения этих точек закрепим образмериванием (рис. 39). В результате получим новый компонент – одновременно по-

строенные три отверстия. Проверим их реальное положение, выбрав для просмотра вид ISO (рис. 40). Размножим этот компонент путем копирования вращением вокруг оси Z. С этой целью, пользуясь функци-

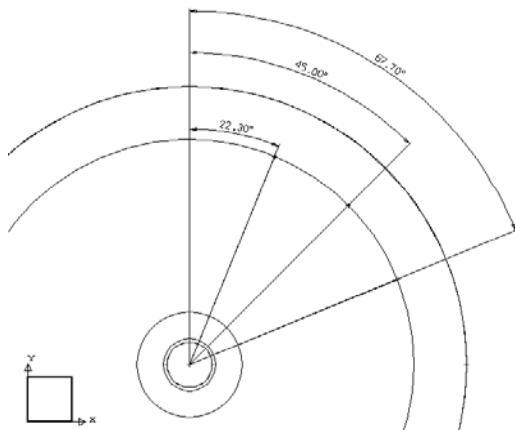


Рис. 39. Размерные привязки отверстий

ей BLANK >> UNBLANK-PICK, восстановим на экране одну из ранее созданных осей (рис. 41).

Теперь, войдя в функцию COPY >> COPY FEATURE >> ROTATE, ука-

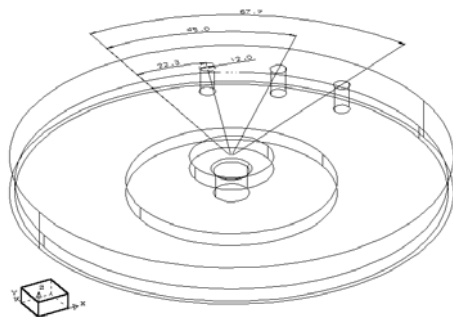


Рис. 40. Положение трех отверстий

жем одно из построенных отверстий, плоскость размещения эскиза, центр отверстия и введем угол поворота (рис. 42). На рис. 43 показан результат копирования. Сформированный набор из шести отверстий используем для построения оставшихся симметрично расположенных отверстий (рис. 44).

Построение следующего компонента – периферийных отверстий меньшего диаметра ничем не отличается от описанного ранее. Заметим только, что в ходе построения эскиза сигнальные линии могут подска-

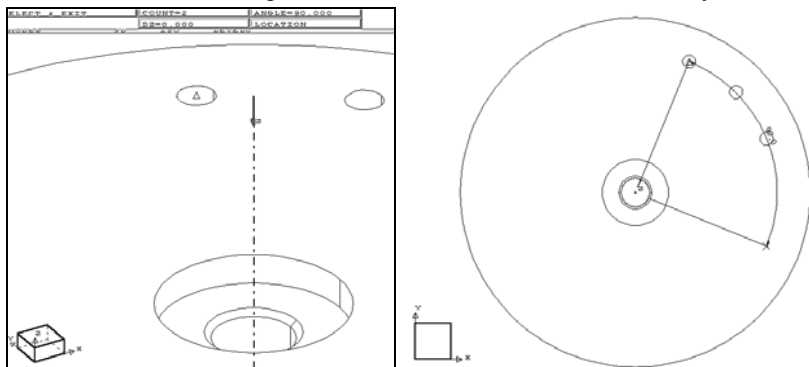


Рис. 42. Угол поворота при копировании

зывать ложные точки (рис. 45). В таких случаях следует увеличить локальную область экрана функцией управления изображением W, после чего легко обнаружить неверно выбранную точку. Удостоверившись в этом, придется сделать «откат» назад, нажатием комбинации кнопок мыши <REJECT>, и повторить выбор нужной точки. Затем можно вернуться к меньшему, прежнему увеличению изображения.

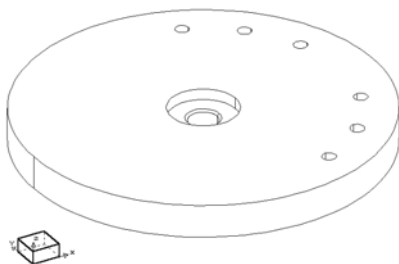


Рис. 43. Результат копирования трех отверстий

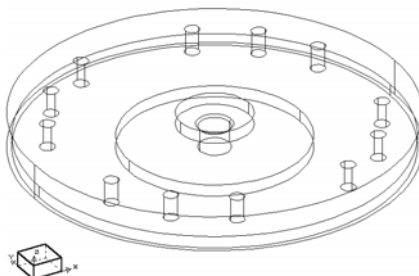


Рис. 44. Модель после копирования шести отверстий

Радиально расположенные Т-образные пазы создадим на основе одного «эталонного» паза. Сначала выполним его нижнюю часть – внутренний паз (рис. 46). Воспользуемся функцией CREATE >> REMOVE. В качестве базовой плоскости выберем верхнюю грань детали.

Построим на ней эскиз контура (рис. 47) в виде латинской буквы U. В конце диалога в функции CREATE появится предложение (см. рис. 45)

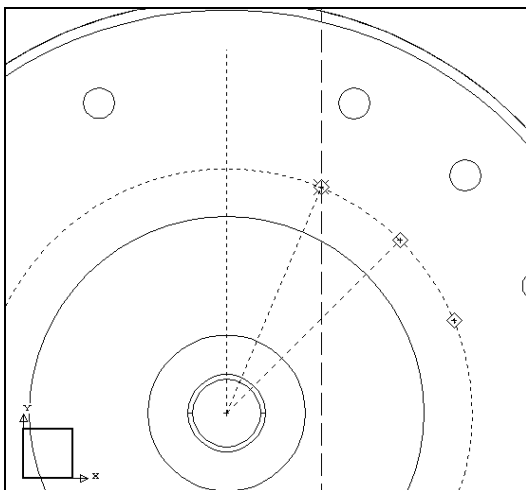


Рис. 45. Сигнальная линия предлагает ложную точку

здать границы удаления материала выдавливанием: FROM – TO. Реализовать эту возможность изъятия материала внутри детали можно, если предварительно создать посредством DATUM две базовые плоскости,

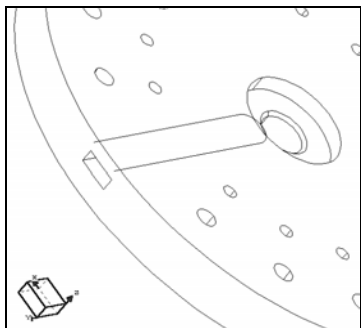


Рис. 46. Внутренняя часть T-образного паза

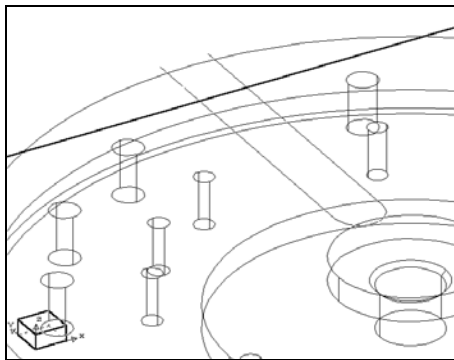


Рис. 47. Эскиз внутреннего паза

параллельные плоскости XOY системы координат MODEL. Границы этих плоскостей выделены на рис. 48 утолщенными линиями. Нажав кнопку FROM, укажем одну из плоскостей. Затем нажмем TO и отметим вторую плоскость.

Теперь, когда первая часть *T*-образного паза создана, «разрежем» верхнюю грань модели фигурной канавкой. Воспользуемся симметрич-

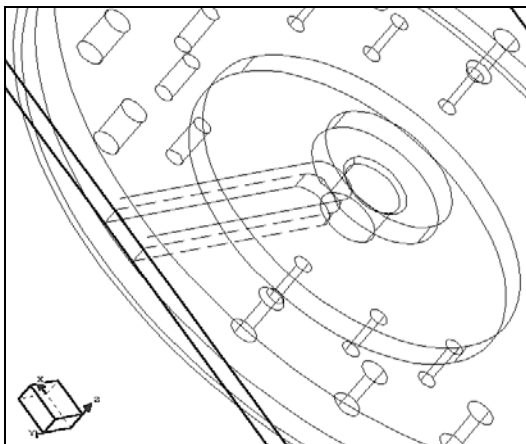


Рис. 48. Две базовые плоскости ограничивают глубину выдавливания

ностью профиля канавки – зададим ось симметрии и построим эскиз его половины (рис. 49). В результате после выдавливания получим «эталонный» *T*-образный паз (рис. 50). Разместим его копию на диаметрально

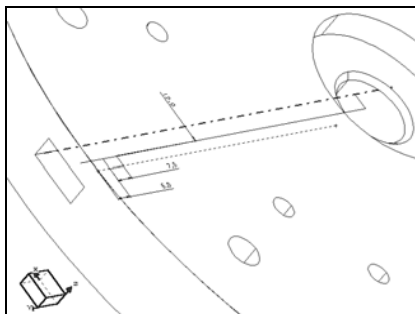


Рис. 49. Эскиз фигурной канавки

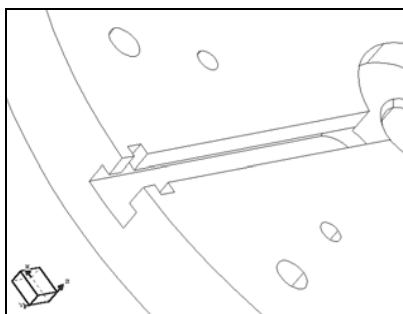


Рис. 50. *T*-образный паз

противоположной стороне модели. Два других *T*-образных паза создадим аналогично, предварительно откорректировав размер по ширине.

В завершение создания модели построим отверстие. Построение одиночного отверстия на дне паза не представляет труда – размерные привязки даны на рис. 51.

Четыре крепежных отверстия для сборки с цапфой могут быть построены одновременно или последовательно – копированием. Первое

отверстие создается функцией CREATE >> HOLE >> STRAIGHT. После выбора грани модель устанавливается в положение вида сверху (TOP) и

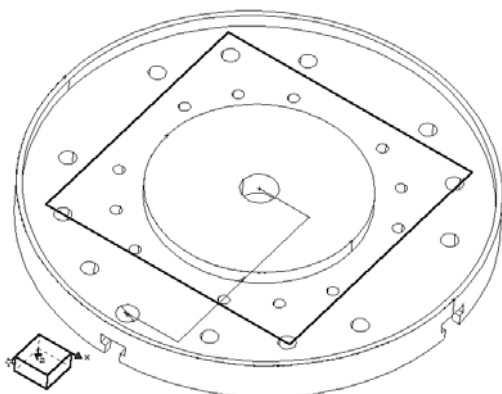


Рис. 51. Размерная привязка отверстия

отмечается радиальное и угловое положение центра отверстия (рис. 52). Затем выполняется выдавливание насквозь детали. Полученное отверстие показано на рис. 53.

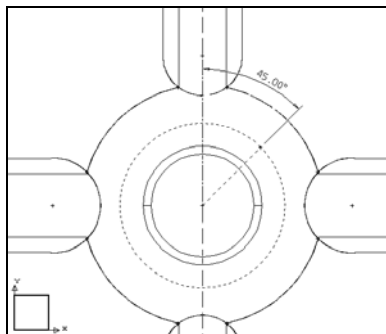


Рис. 52. Угловое положение центра крепежного отверстия

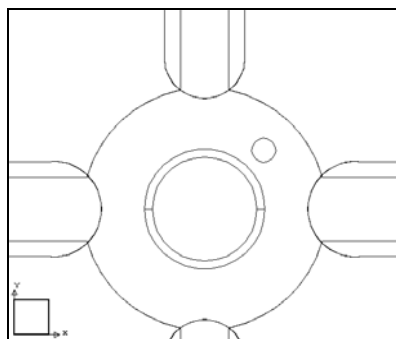


Рис. 53. «Эталонное» отверстие

Используя функцию COPY, построим все три оставшихся крепежных отверстия. На этом построение модели плиты планшайбы (см. рис. 33) закончено.

5. Проектирование модели сборочной единицы

Подготовим с помощью CAD/CAM Cimatron модели остальных характерных деталей (рис. 54), образующих планшайбу в сборе с делительным диском, и построим из них модель этой сборочной единицы (рис. 55). Для решения задачи воспользуемся группой функций ASSEMBLE, позволяющей включать в модель сборочной единицы (СЕ) модели независимо созданных деталей или подборок.

Известно*, что добавляемая модель детали или подборки имеет от-

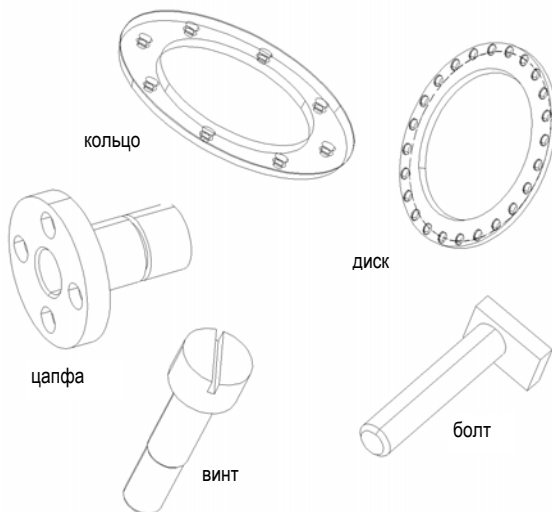


Рис. 54. Детали, образующие сборочную единицу с плитой планшайбы

носителю данной (текущей) модели СЕ 6 степеней свободы: перемещение и поворот по каждой из трех осей координат. Деталь или подборока считается *привязанной* к модели СЕ, если у нее нет ни одной степени свободы относительно СЕ. Составную часть СЕ можно лишить последней степени свободы не только явным заданием параметров привязки, но и активизацией специальной функции FIX, которая может быть использована для быстрой приближенной оценки того или иного компоновочного решения. Когда создается новая сборка, первая составная часть является базовой, и ее ориентация устанавливается автоматически.

* Solidtron. Твердотельное моделирование. Версия 8.0. BeePitron Ltd., С.-Петербург.

В качестве базовой выберем созданную ранее модель плиты планшайбы. Ориентация каждой присоединяемой модели детали должна быть определена проектировщиком, т.е. компоненты включаемой в сборку детали должны быть ориентированы функциями системы относительно соответствующих компонентов уже связанных составных частей сборки.

Сборка первых двух деталей. Итак, загрузим среду сборки Сimatron и введем файл модели планшайбы *plansh.pfm*. Затем выберем функцию

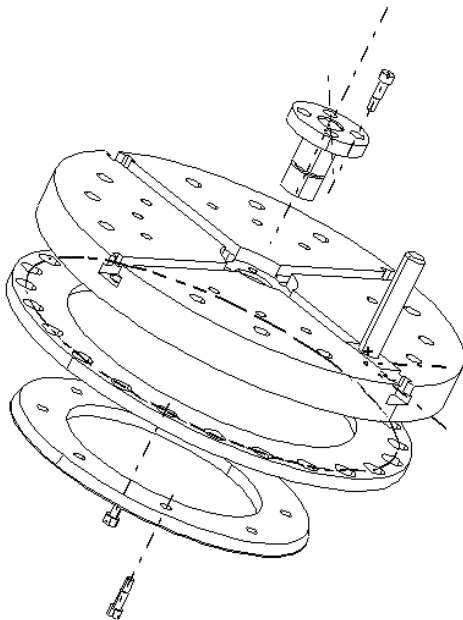


Рис. 55. Модель СЕ в «раздвинутом» виде

ASSEMBLE и укажем первую присоединяемую деталь по имени файла: ASSEMBLE >> BY NAME. Пусть такой деталью будет цапфа из файла *сarfа.pfm*. На экране появится приглашение: IND. LOCATION POINT, т.е. укажите точку, где необходимо отобразить размещаемую новую часть сборочной единицы. Воспользуемся функциями управления изображением для уменьшения размера базовой модели; затем укажем курсором точку вставки выше плиты планшайбы (рис. 56) и нажмем кнопку <PICK>. После отображения на экране размещаемой модели цапфы появится меню, предлагающее следующие способы привязки этой детали к базовой модели плиты планшайбы.

ПРИВЯЗАТЬ ПЛОСК.
ALIGN PLANES

Ориентация одной из плоских граней или базовой плоскости размещаемой детали ПАРАЛЛЕЛЬНО какой-нибудь плоской грани или базовой плоскости сборочной единицы.

СОВМЕСТИТЬ ОСИ
ALIGN AXIS

Совмещение прямого ребра или одной из осей размещаемой составной части с прямым ребром или какой-нибудь осью сборочной единицы. Совмещаемые прямые воспринимаются системой как ось вращения размещаемой части с возможностью перемещения ее вдоль этой оси.

ПРИВЯЗАТЬ ТЧК
ALIGN POINTS

Ориентация точки размещаемой составной части относительно какой-нибудь точки сборочной единицы. Эта функция выполняется после функций ПРИВЯЗАТЬ ПЛОСК. (ALIGN PLANES) или СОВМЕСТИТЬ ОСИ (ALIGN AXIS), поэтому появляется после активизации этих функций.

ПРИВЯЗАТЬ СКД
ALIGN UCS

Привязка размещаемой составной части путем ориентации ее системы координат (системы координат детали – СКД) относительно системы координат сборочной единицы.

Воспользуемся способом привязки ALIGN PLANES – на экране появится запрос: PICK PLANE TO ALIGN, т.е. система просит указать базовую плоскость или плоскую грань *включаемой* детали или под сборки. Отметим внутреннюю грань фланца цапфы (см. рис. 56).

Теперь появится запрос: PICK ALIGN. PLANE, т.е. укажите базовую плоскость или плоскую грань сборочной единицы, *к которой* необхо-

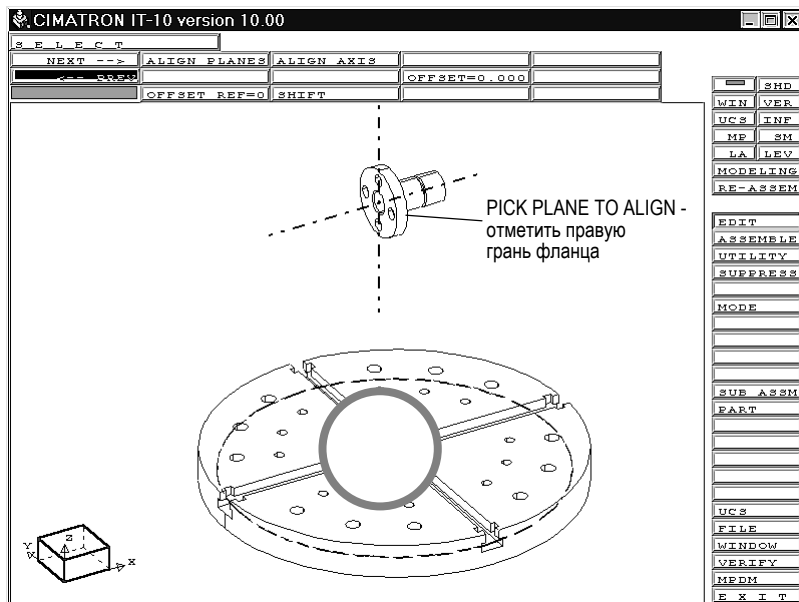


Рис. 56. Первый шаг привязки плоскостей

димо привязать плоскость размещаемой детали. На рис. 56 масштаб отображения детали не позволяет выбрать нужную линию. Поэтому очертим окном W область, охваченную окружностью. На увеличенном изображении плиты планшайбы (рис. 57) отметим курсором плоскость впадины. Результат совмещения плоскостей показан на рис. 58.

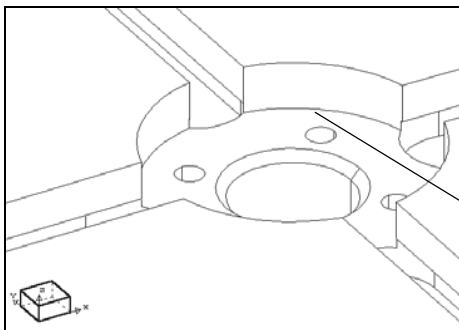


Рис. 57. Второй шаг привязки плоскостей

Далее необходимо совместить оси двух деталей. Для этого выберем в экранном меню способ привязки ALIGN AXIS, а затем последовательно отметим обе оси.

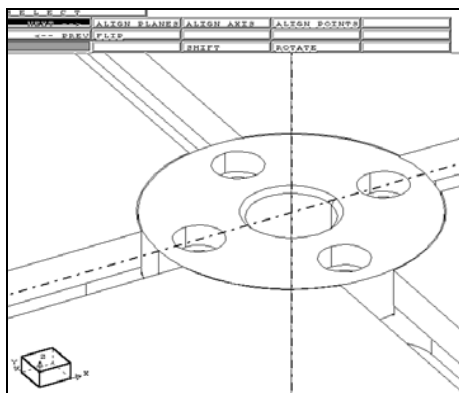


Рис. 58. Цапфа вставлена в плиту

Теперь выберем вид сверху TOP и проверим положение отверстий цапфы относительно отверстий плиты. Как видно из рис. 59, отверстия не совпадают. Для их совмещения воспользуемся третьим способом ориентации – привязкой точек. В качестве точек логично использовать точки центров окружностей отверстий, предварительно выбрав привяз-

ку изображения CENTER. Последовательно выявим эти точки, после чего отверстия совместятся (рис. 60). На этом сборка двух первых деталей закончена.

Присоединение третьей детали. Дополним нашу модель третьей деталью с рис. 54 – диском. Перед вставкой этой детали вызовем на экран меню управления изображением (нажатием кнопок мыши <SUB-MENU>), повернем сборку вокруг оси X (рис. 61) и заранее уменьшим изображение модели.



Рис. 59. До поворота цапфы

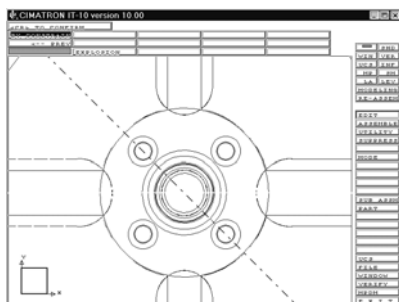


Рис. 60. После поворота цапфы

Снова воспользуемся функцией ASSEMBLE >> BY NAME, введем имя файла диска и отметим точку размещения его на экране (рис. 62). При-

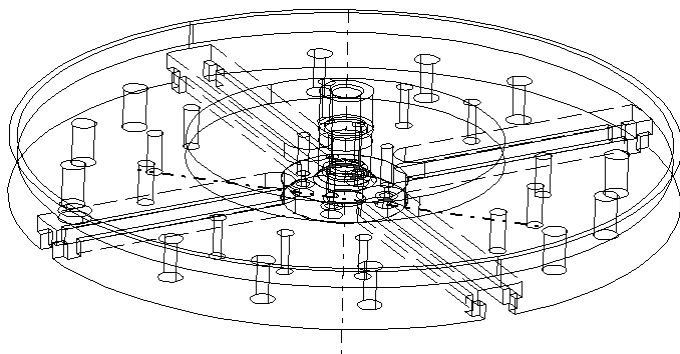


Рис. 61. Вид сборки после поворота

вязку новой детали на сей раз выполним путем ориентации систем координат диска и плиты способом ALIGN UCS. В первую очередь создадим систему координат на присоединяемой детали: укажем на диске центр и две точки, задающие направление осей X и Y. На рис. 63 про-

нумерована последовательность отметки этих характерных точек детали, а на рис. 64 видна ориентация осей созданной системы координат.

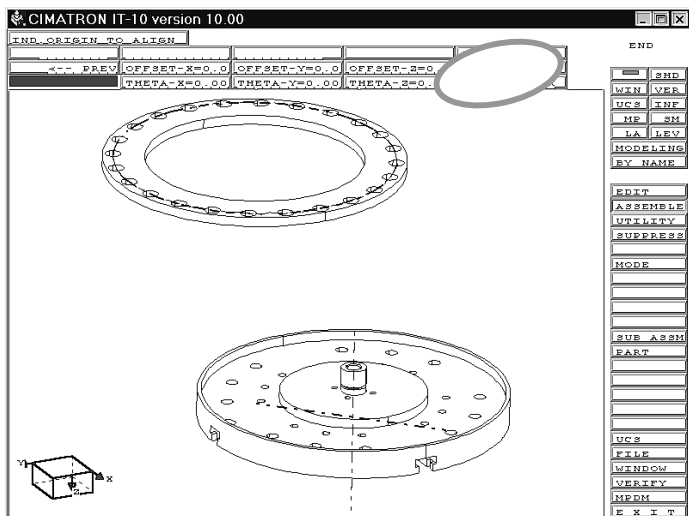


Рис. 62. Начало привязки диска

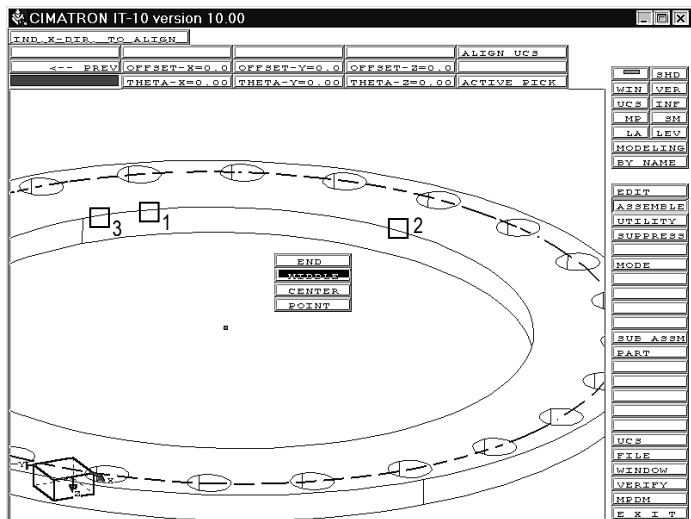


Рис. 63. Создание системы координат диска

Аналогично создадим систему координат на базовой детали. Чтобы безошибочно выполнить эту операцию, нам придется, в который раз, увеличить локальную область изображения детали (рис. 65). Отметим

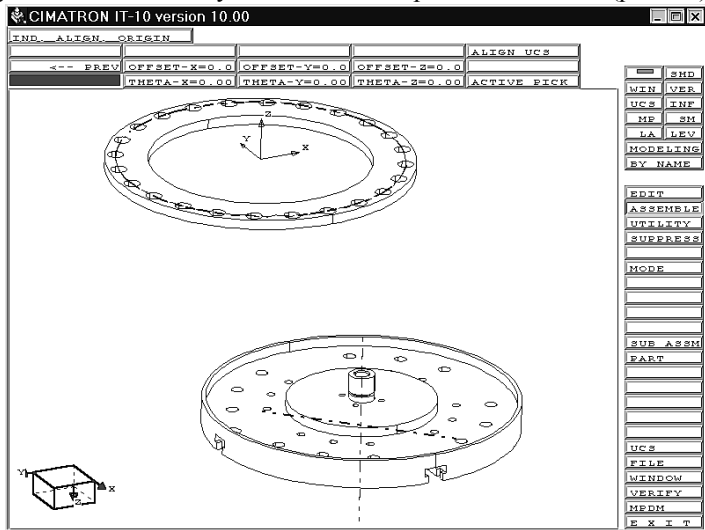


Рис. 64. Возврат к просмотру двух частей сборки

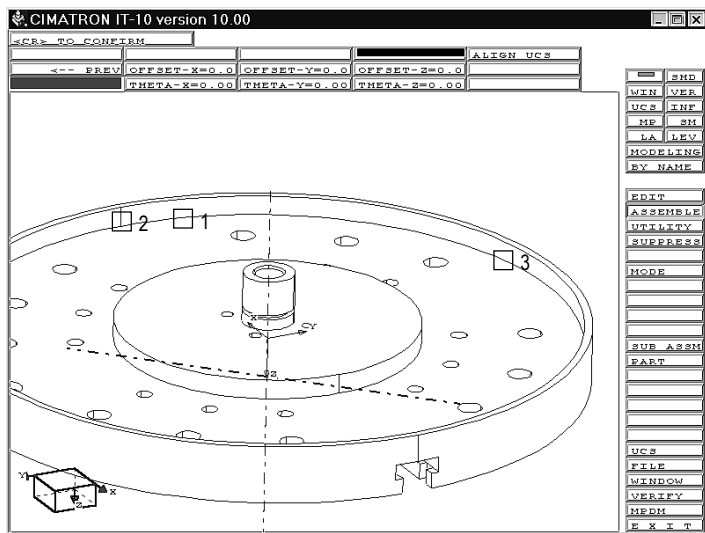


Рис. 65. Последовательность создания системы координат плиты

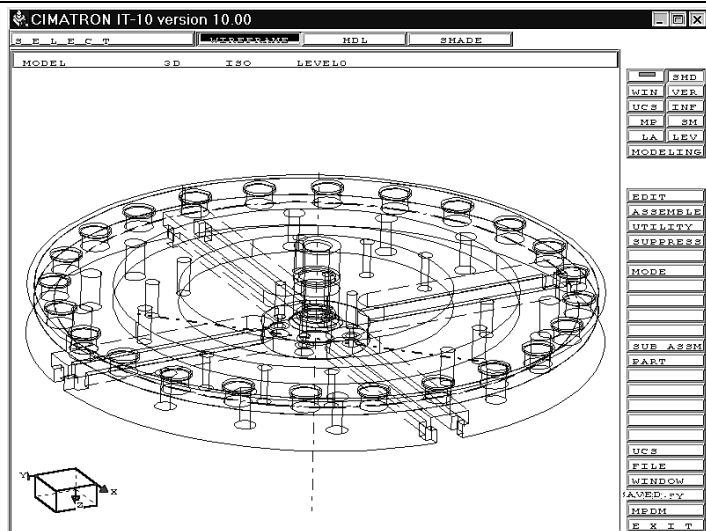


Рис. 66. Модель сборочной единицы включает три детали

на окружности три точки системы координат пользователя UCS, и в итоге диск окажется в кольцевой впадине плиты планшайбы (рис. 66).

Для контроля правильности сборки система позволяет разорвать соединение деталей функцией UTILITY >> EXPLODE, т.е. раздвинуть их в

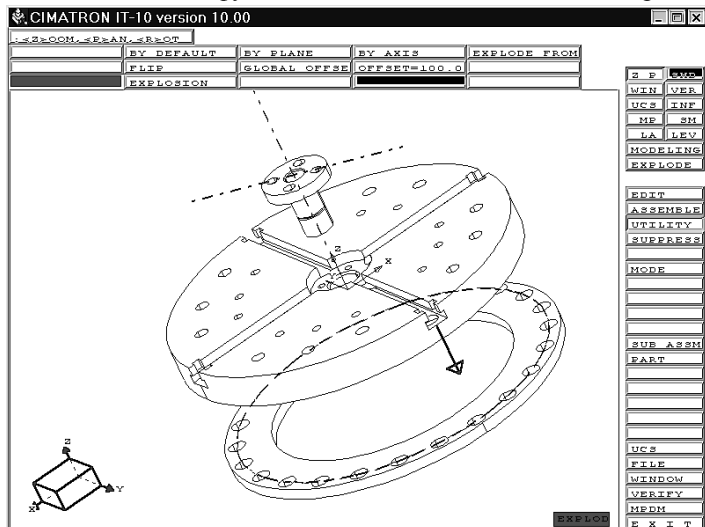


Рис. 67. Модель сборочной единицы после EXPLODE

заданном направлении на заданное расстояние.

На рис. 67 хорошо видно предлагаемое по умолчанию направление сдвига отмеченной пользователем детали.

Присоединение четвертой детали. Добавим в сборку T-образный болт: используем способ привязки по системам координат (рис. 9.71). Важно иметь ввиду, что плоскости XOY обеих создаваемых систем координат должны лежать в сопрягаемых плоскостях (гранях) базовой и присоединяемой детали. Направления осей Z у обеих деталей должны совпадать. Меняя расстояние между центрами UCS, можно изменять

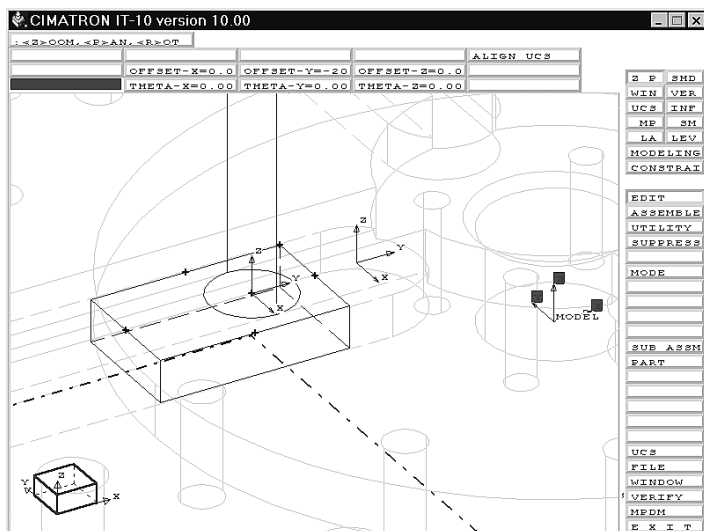


Рис. 68. Привязка систем координат плиты и T-образного болта

положение T-образного болта, что практически необходимо делать для закрепления им заготовки. Таким образом, на этапе конструирования приспособления следует учитывать операции моделирования завершающего этапа – проектирования наладки технологического процесса.

Результирующая сборка представлена на рис. 69. Обратим внимание на измененное положение болта, достигнутое его сдвигом в T-образном пазу.

Завершение сборки. Мы рассмотрели некоторые характерные способы и действия пользователя при сборке различных по конфигурации моделей деталей планшайбы (см. рис. 54). Добавление остальных деталей этого приспособления: кольца и крепежных винтов, – не отличается какими-либо особенностями и носит рутинный характер.

На рис. 70 показано финальное состояние нашей модели СЕ «планшайба».

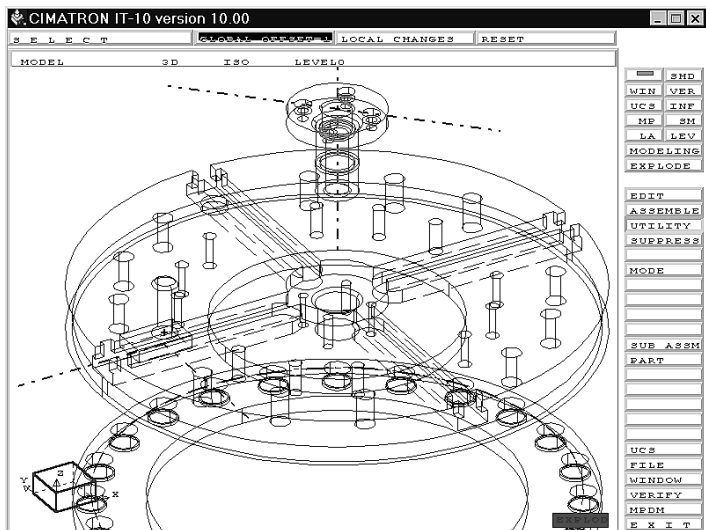


Рис. 69. Сборка из четырех деталей

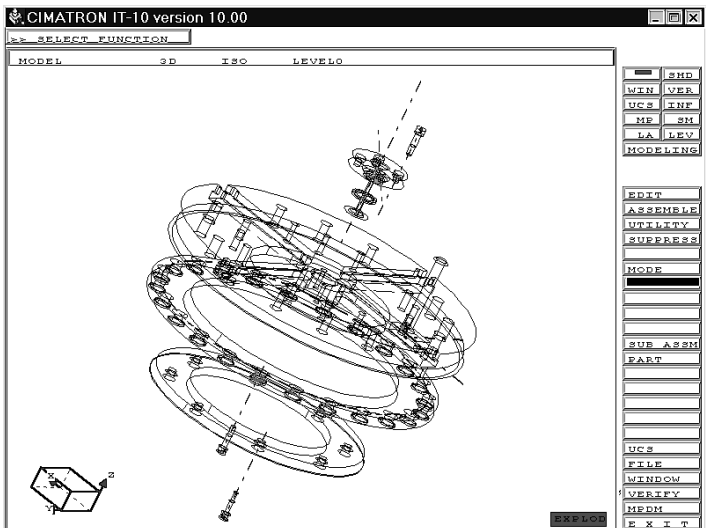


Рис. 70. Модель планшайбы в сборе (8 деталей)

6. Особенности создания в CAD/CAM Cimatron параметрических моделей технологической оснастки

Одним из этапов подготовки машиностроительного производства является конструирование технологической оснастки, а именно, приспособлений, с целью закрепления заготовок на металлорежущих станках. Для создания оснастки в условиях современного гибкого, многономенклатурного производства используются комплекты деталей универсально-сборных приспособлений (УСП). Различное сочетание этих деталей, как в детском наборе *LEGO*, позволяет собрать самые разнообразные конструкции. Традиционно проектирование оснастки из УСП ведется вручную с помощью альбомов и заводских эскизов или чертежей, т.е. на основе плоского представления пространственной компоновки. Это снижает производительность конструирования и приводит к трудоемкой доводке на этапе сборки.

Компьютерная сборка приспособлений. Как в производственных условиях предприятий, так и в учебном процессе встает проблема перехода на компьютерное, интерактивное проектирование сборок из нормализованных деталей и узлов, образующих комплект УСП. Новая технология проектирования оснастки на базе УСП должна обеспечить возможность проверки сопряжений всех деталей, просмотр в раздвинутом положении, документирование задействованных деталей, оформление в случае необходимости чертежа. Эффективное решение проблемы должно также учитывать то обстоятельство, что многие детали УСП, входя в легкую, среднюю или тяжелую серии, отличаются размерами, но имеют фактически одинаковую конфигурацию.

Идеальной программной средой для проектирования станочных приспособлений с учетом перечисленных требований являются CAD/CAM-системы и, в частности, Cimatron. Полномасштабное решение проблемы предполагает три основные стадии:

- создание достаточно большой библиотеки файлов 3D-моделей деталей;
- удобный электронный доступ к ним проектировщика с целью просмотра перед выбором и встраиванием в сборку и, наконец,
- разработку типовых схем сборки из моделей в Cimatron с учетом вида технологической операции и формы обрабатываемой заготовки.

Поскольку моделирование в CAD/CAM Cimatron является параметрическим, постольку для создания эффективных моделей необходимо выбирать из предлагаемых системой наиболее рациональные решения:

- последовательность и функции формирования компонентов;

- расположение базовых поверхностей;
- способы обмеривания контуров и т.п.

Под параметрической моделью будем понимать геометрическое построение, допускающее адекватное изменение своей конфигурации путем корректировки независимых или взаимосвязанных размерных параметров образующих его элементов. Рассмотрим особенности параметрического моделирования в CAD/CAM Cimatron при создании «противовеса» – одной из деталей библиотеки моделей УСП – входящего, например, в сборку планшайбы (рис. 71).

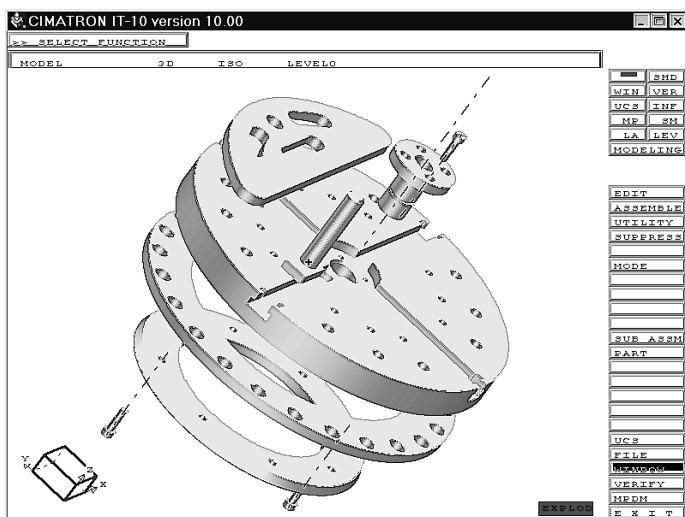


Рис. 71. Реалистичное отображение модели сборочной единицы

Как следует из эскиза на рис. 72 и табл. 1, семейство противовесов имеет одинаковую форму, но отличается размерами. По этой причине не целесообразно создавать несколько компьютерных моделей таких деталей. Достаточно, используя возможности CAD/CAM Cimatron, сформировать одну параметрическую модель, из которой легко, как мы увидим, получить конкретную реализацию детали с одним из наборов размеров, приведенных в табл. 1.

Создание базового компонента модели. На первом этапе моделирования строится исходный плоский контур противовеса: графическими средствами Эскизника вычерчиваются три окружности и отрезок прямой (рис. 73). При построении окружностей 2 и 3 в интерактивном

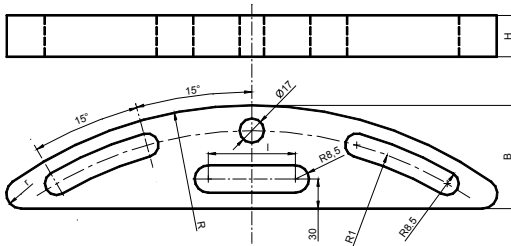


Рис. 72. Эскиз противовеса

Таблица 1

Параметры семейства противовесов

Обозначение	B	H	L	l	R	R ₁	r
7089-4054	100	15	420	50	300	265	10
7089-4055		30					
7089-4056		50					
7089-4057	110	15	470	90	360	325	15
7089-4058		30					
7089-4059		50					
7089-4060		15	540	90	420	380	15
7089-4061		30					
7089-4062		50					

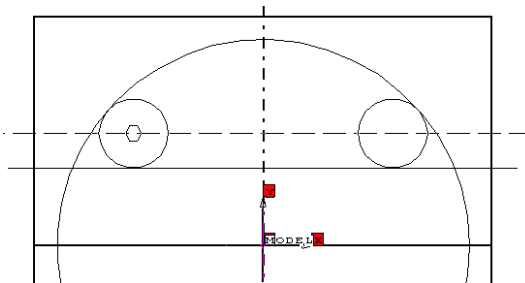


Рис. 73. Исходные примитивы

режиме устанавливаются геометрические ограничения для контура: условие касания окружности 1 и прямой 4. Затем внутри и вне контура удаляются лишние дуги и отрезки прямой (рис. 74).

На втором этапе моделирования созданный контур образмеривается: выбирается наиболее подходящий с точки зрения дальнейшего использования способ однозначного описания размерных параметров (рис. 75).

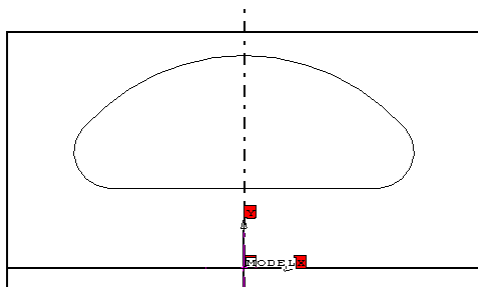


Рис. 74. Контур после удаления лишних элементов

На практике это означает, что нужно по возможности использовать именно ту простановку размеров, которая дана на исходном эскизе. В этом случае не требуется пересчета имеющихся табличных значений. В ходе образмеривания система отображает случайные значения размеров на момент вычерчивания примитивов контура.

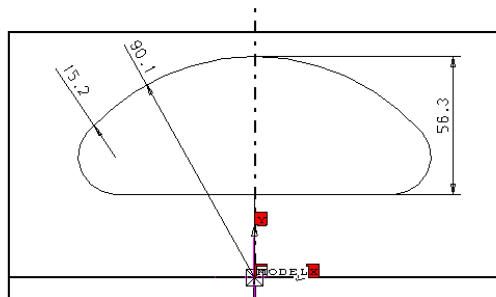


Рис. 75. Произвольные размеры на момент создания контура

На третьем этапе в результате «выдавливания» созданного контура получается базовый 3D-компонент (рис. 76). Этот компонент является параметрическим, т.к. изменение значений его размеров в режиме редактирования на *любом этапе* использования модели вызовет перестройку контура при сохранении заданных ранее условий касания. На рис. 77 хорошо видно, что существенное увеличение значения диаметра сместило компонент за условные границы координатной плоскости, но сохранило все наложенные геометрические связи.

Создание дуговых пазов. Согласно эскизу на рис. 72, дуговые пазы

расположены симметрично относительно вертикальной оси детали. Несмотря на то, что угловое положение пазов одинаково для всех деталей

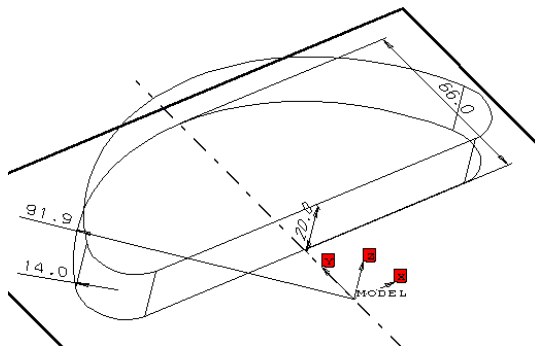


Рис. 76. Компонент после “выдавливания” контура

семейства (и в этом смысле не требует параметризации), этот компонент CAD/CAM Simatрон будет полностью параметризован.

Важно отметить особенности технологии создания данного параметрического контура. Они состоят в том, что необходимо предварительно построить на координатной плоскости справочные, временные элемен-

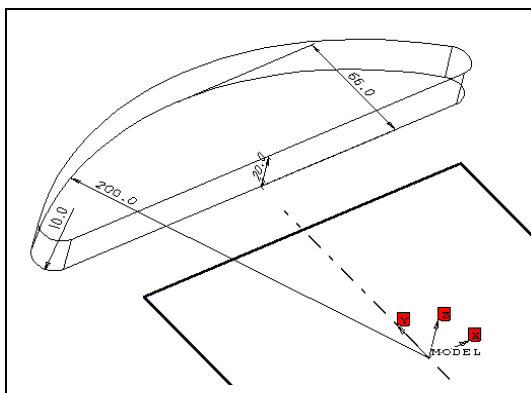


Рис. 77. Результат изменения размеров

ты (рис. 78): окружность 1 и пересекающие ее лучи 2, 3 и 4. Точки пересечения лучей с окружностью 1 станут центрами двух новых окружностей 5 и 6. Касательно к этим окружностям проведем окружности 7 и 8, используя интерактивную привязку. Образмерим получившийся контур, повторяя схему простановки размеров из исходного эскиза на рис. 72.

После этого удалим все вспомогательные элементы (рис. 79), оставив только контур паза и обозначения размеров. Выдадим теперь контур с

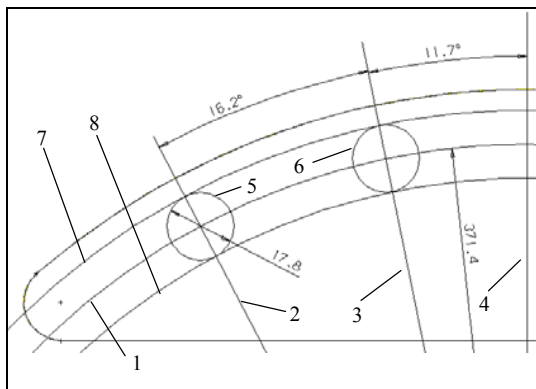


Рис. 78. Использование справочных элементов

удалением материала – в результате получим требуемый компонент модели (рис. 80). Параметрический характер нового компонента подтверждается, как видно из рис. 81, его поведением при изменении значений

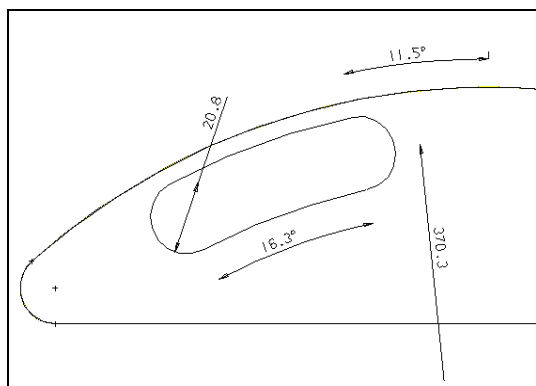


Рис. 79. После удаления справочных элементов

размеров. Далее путем копирования создадим второй паз, симметричный первому относительно оси Y.

Действуя рутинно, описанным выше образом окончательно сформируем модель противовеса (рис. 82).

Использование модели. В дальнейшем созданную параметрическую модель перед включением в сборку из библиотеки моделей деталей

УСП или в составе сборки легко трансформировать в одну из 9-ти деталей согласно табл. 1. Это можно сделать двумя путями. Во-первых,

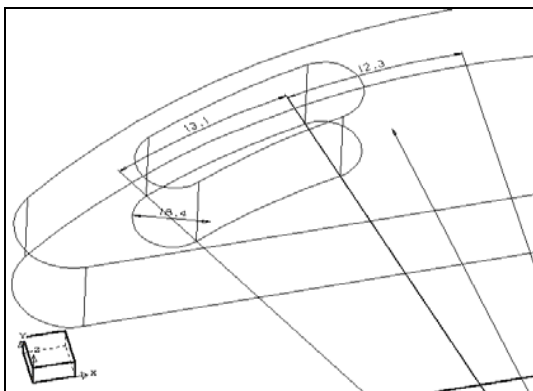


Рис. 80. Компонент после выдавливания контура

путем последовательного интерактивного изменения значения каждого размера в режиме редактирования (EDIT). Этот путь удобен для конструирования абсолютно новых, оригинальных деталей. Во-вторых, путем одновременного изменения всех размеров модели считыванием их значений с помощью утилиты TABLDRVN из заранее подготовленного внешнего файла.

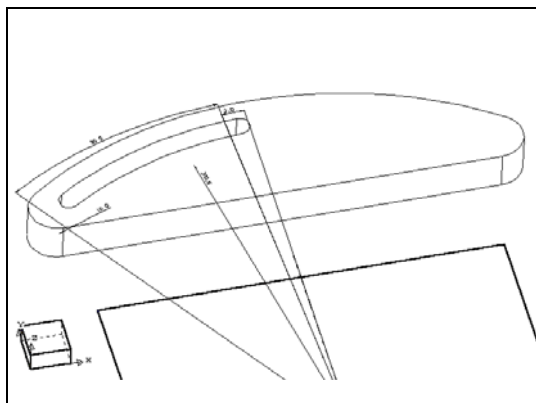


Рис. 81. Параметрические свойства дугового отверстия

На этапе сборки приспособления для конечных пользователей, оперирующих только готовой моделью детали и не вникающих в её структуру, наиболее целесообразен, очевидно, второй путь. Его реализация

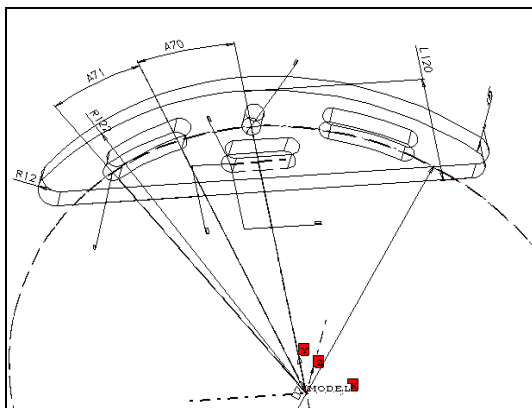


Рис. 82. Законченная модель с размерами

потребуется от разработчика модели выполнить следующие несложные операции:

- выявить имена переменных, присвоенных системой размерам модели и образующих кортеж параметров;
- с помощью утилиты TABLDRVN подготовить в интерактивном режиме в среде системы, или вне ее соответствующие наборы параметров, из которых впоследствии в автоматическом режиме будут считываться данные в параметрическую модель.

На рис. 82 выделены все размеры, участвующие в перестроении нашей модели, со своими системными именами, а в табл. 2 представлена распечатка файла с наборами данных для построения семейства деталей

Таблица 2

Содержание файла

```
#BEGIN OF protiv
#DESCRIPTION: противовесы
PARAMETERS: L120 L65 L119 R122 D72 R121
description: В Н l/2 R 2*R1 r
4054: 100.000 15.000 25.000 300.000 530.000 10.000
4055: 100.000 30.000 25.000 300.000 530.000 10.000
4056: 100.000 50.000 25.000 300.000 530.000 10.000
4057: 110.000 15.000 45.000 360.000 650.000 15.000
4058: 110.000 30.000 45.000 360.000 650.000 15.000
4059: 110.000 50.000 45.000 360.000 650.000 15.000
4060: 120.000 15.000 45.000 420.000 760.000 15.000
4061: 120.000 30.000 45.000 420.000 760.000 15.000
4062: 120.000 50.000 45.000 420.000 760.000 15.000
#END_TABLE
```

«противовес», соответствующего исходной табл. 1. На рис. 83 показаны 3 детали, соответствующие наборам 4055, 4058, 4061 из табл. 2.

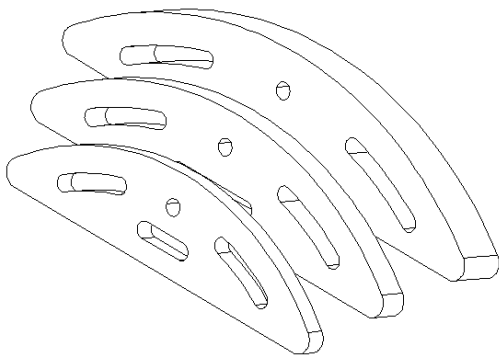


Рис. 83. Противовесы одной параметрической модели

Таким образом, мы рассмотрели в качестве примера, построение параметрической 3D-модели одной из деталей УСП. При этом обратили внимание на достаточно непривычный при электронном черчении прием создания, а затем удаления справочных элементов с оставлением их размеров. Мы показали также, что для некоторых деталей целесообразно иметь для семейства деталей одну комплексную модель, которую достаточно просто трансформировать в конкретную реализацию детали путем считывания необходимых размеров из внешнего файла.

7. Перспективы и методика проектирования технологической оснастки

В рассмотренной выше постановке предполагается, что задача проектирования приспособления из нормализованных элементов УСП решается двумя группами специалистов. Первая группа – разработчиков – обеспечивает подготовку библиотеки моделей деталей и узлов УСП, а также типовых сборок под часто используемые заготовки. Модели должны быть хорошо продуманы с точки зрения удобства пристыковки к другим деталям на этапе сборки. Системы координат и их расположение по возможности должны быть однотипными и легко находимыми на экране при моделировании сборки.

Вторая группа – технологов – занимается только сборкой, не вникая в структуру и особенности моделей, записанных в библиотеку разработчиком. Эта группа хорошо ориентируется в базировании разнообразных заготовок и владеет различными функциями экранной сборки,

легко находит на моделях базовые системы координат, модифицирует параметрические модели. В ее задачу входит как сборка новых конструкций, так и использование заранее подготовленных типовых, как правило, параметрических сборочных единиц.

Полученные в результате 3D экранные сборки документируются средствами CAD/CAM-системы в табличной форме и в случае необходимости отображаются в виде чертежей. В большинстве случаев, однако, в этом нет необходимости – на участках сборки достаточно распечаток объемных видов в раздвинутом состоянии с разных точек зрения.

Таким образом, применение CAD/CAM-систем для проектирования сборочных единиц (например, приспособлений) объективно повышает качество проектирования, формализует поиск комплектующих деталей и ускоряет сборку. Особенно эффективно применение такой компьютерной технологии для гибкого, многономенклатурного производства.

Оглавление

1. Роль CAD/CAM-систем в современном производстве	3
2. Понятие о Cimatron	5
3. Принципы создания 3D модели в Cimatron	7
4. Построение деталей технологической оснастки	9
5. Проектирование модели сборочной единицы	15
6. Особенности создания в CAD/CAM Cimatron параметрических моделей технологической оснастки	44
7. Перспективы и методика проектирования технологической оснастки	47
Литература	48

Литература

1. Зильбербург Л.И., Марьяновский С.М., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Cimatron – компьютерное проектирование и производство / Под общей ред. С.М. Марьяновского. СПб: КПЦ «МиР», 1998. – 166 с.
2. Калачев О.Н. Особенности создания в CAD/CAM Cimatron параметрических моделей технологической оснастки // Информационные технологии. - 2000. - №6. - С. 14-18.
3. Научная школа члена-корреспондента РАН Ю.М.Соломенцева: Сборник научных трудов – М.: «Янус-К», 1999. – 144 с.
4. Калачев О.Н. Применение CAD/CAM Cimatron для создания моделей деталей.- Ярослав. гос. техн. ун-т. Ярославль, 2000. - 48 с. www.sapr2000.ru/pressa.html