

УПРАВЛЕНИЕ АССОЦИАТИВНЫМИ ЗАВИСИМОСТЯМИ МЕЖДУ ДЕТАЛЯМИ В UNIGRAPHICS

Терминология модуля WAVE

Проектирование сложных изделий - процесс итерационный. Зачастую разработка начинается тогда, когда представление о составляющих данное изделие компонентах носит еще очень приблизительный характер. По мере увеличения степени наших знаний об этом изделии приходится возвращаться к начальным этапам работы и вносить изменения для получения оптимального, а порою, просто возможного конструкторского решения. Для уменьшения объема повторно выполняемой работы имеет смысл затратить время на создание связей между отдельными частями (файлами компонентов конечного изделия или его узлов и агрегатов), чтобы внесенные изменения автоматически распространялись на все связанные части.

Возможность построения ассоциативных зависимостей между отдельными частями обеспечивается инструментами модуля UG/WAVE и специальной технологией организации дерева зависимостей. Именно технологии работ нужно уделить особое внимание, WAVE-инструментарий позволяет копировать тела, поверхности, грани и т.д. в другие части, в которых эти объекты используются в определении дополнительной геометрии. Таким образом, можно связать геометрию отдельных элементов двух частей, а можно эффективно управлять большими сборками сложнейших изделий. Продумав и правильно построив связи между объектами, можно многократно уменьшить время разработки изделия.

Для управления большими сборками сложных изделий предлагается следующая технология. Создается так называемая Control Structure — управляющая схема или управляющая структура. Управляющая схема, в которой используются координатные плоскости, оси и точки, содержит основную информацию об изделии: форме основных компонентов, положении компонентов, геометрии сопряжения и т.п. Дерево управляющей схемы является файлом верхнего уровня, который можно сопоставить с файлом сборки. Он создает основу для управления частями. Из этого файла объекты копируются в отдельные файлы, составляющие следующий уровень управляющей схемы. Каждый из этих отдельных файлов целиком копируется еще раз, формируя нижний уровень управляющей схемы. Файлы нижнего уровня называются исходными частями (start part). Такой способ формирования исходных частей позволяет создать изоляционный слой, т.е. границу, на которой обновление частей остановится (с использованием функции «замораживания» связей между частями).

Объекты, содержащиеся в исходных частях, копируются в файлы, в которых непосредственно моделируются отдельные детали. В свою очередь, эти части носят название связанных частей (linked parts). Из них формируется обзорная сборка (Review Assembly), в которой детально представлено проектируемое изделие.

Используя такой метод, можно быстро просмотреть различные варианты конструкторских решений, найти оптимальный набор параметров в выбранном варианте решения. Конструктор может управлять детальным представлением сборки посредством изменения параметров, хранящихся в файле верхнего уровня управляющей схемы. В результате изменения всего лишь нескольких ключевых параметров в управляющей схеме можно значительно изменить конструкцию изделия.

Приведенный ниже пример проектирования деталей интерьера кабины самолета содержит описание работы конструктора, использующего модуль UG/ WAVE.

Создание управляющей схемы

Приступаем к формированию управляющей схемы. Первое наше действие — это создание и наполнение файла верхнего уровня.

Сеанс работы Unigraphics открыт. Выбираем опцию **File ~> New** из главного меню или иконку  из панели инструментов. Присваиваем файлу имя pilot_cockpit. Вызываем приложение из главного меню **Application ~>**

Modeling или **Ctrl+M**, или из панели инструментов иконку Modeling 

Создаем необходимые для привязки деталей координатные плоскости. Нам нужна точка отсчета, поэтому сначала определим базовые нулевые плоскости

$X=0$, $Y=0$ и $Z=0$. Для этого обращаемся в главное меню **Insert** ~> **Form Feature** ~> **Datum Plane** (или к иконке ). В окне раздела Fixed Datum Plane (Создание фиксированных в пространстве координатных плоскостей) выбираем 3 Planes of WCS (Сразу три плоскости рабочей системы координат). ОК (см. рис. 5.1),

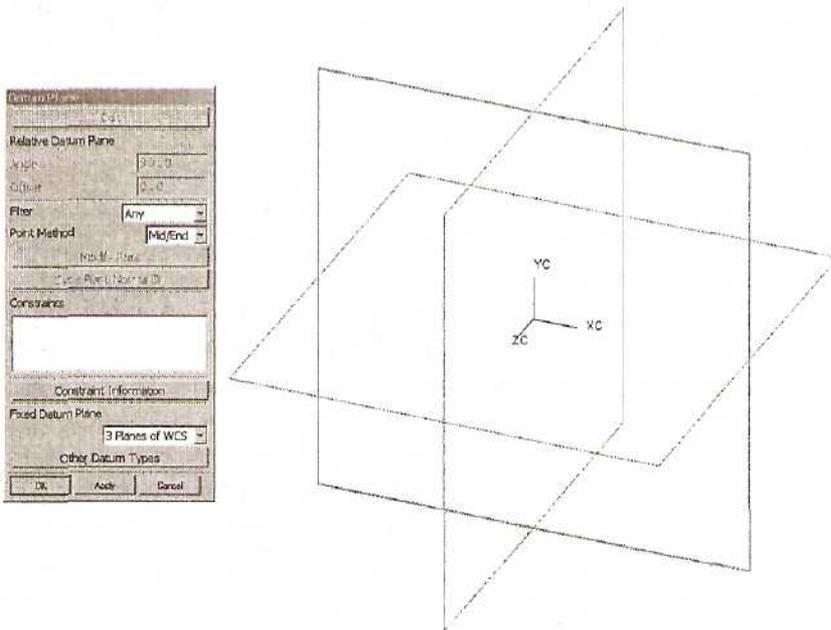


Рис. 5.1. Создание базовых плоскостей

С помощью видовой функции **Rotate** меняем вид изображения в графическом окне.

Нам нужно создать достаточно большой набор координатных плоскостей. Чтобы легче было в них ориентироваться, присвоим им имена. Перед этим включим функцию изображения имен объектов в графическом окне: в главном меню выбираем **Preferences** ~> **Visualization**, выбираем закладку **Names/Borders** (Имена/Границы) и устанавливаем переключатель в положение **Work View**. ОК (см. рис. 5.2).

Назначим имена каждой из трех координатных плоскостей: **Format** ~> **Attribute** ~> **Name**. Выбираем пункт **Assign** (назначение); выбираем плоскость, совпадающую с рабочей плоскостью X-Y, ОК; вводим имя **BASE_Z**. ОК, ОК. Имя плоскости появилось в графическом окне. После этого выбираем плоскость X-Z и даем ей имя **BASE_Y**, а плоскости Y-Z — имя **BASE_X**. Cancel (см. рис. 5.3).

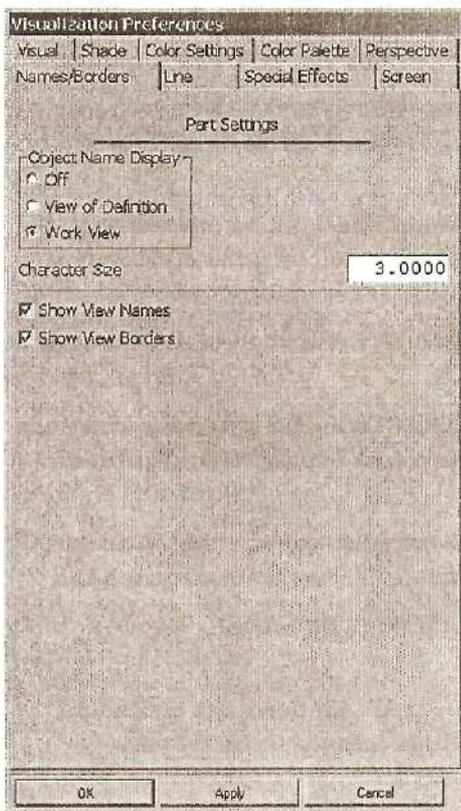


Рис. 5.2. Меню настроек визуализации

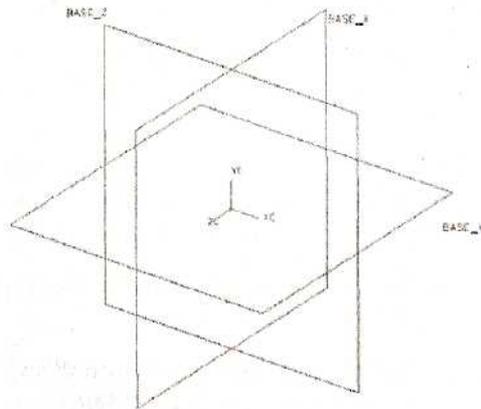


Рис. 5.3. Назначенные плоскостям имена

Используя созданные координатные плоскости, определим положение следующих плоскостей. Плоскость передней стенки кабины расположена на расстоянии 1800 мм от плоскости `BASE_X`. Вызываем **Insert** ~> **Form Feature** ~>

Datum Plane (иконка ). Курсором выбираем координатную плоскость `BASE_X`, в окне Offset (эквидистанта) набираем значение 1800. Apply. Координатная плоскость создана. Впоследствии назовем ее `PEREDN_STENKA`.

Аналогично создаем плоскость пола кабины ниже плоскости `BASE_Y` на расстоянии 350 мм (имя - `POL_KABINY`) и плоскость привязки задней стенки на расстоянии 3100 мм от `BASE_Z` (имя - `ZADN_STENKA_NIZ`). OK. Назначаем плоскостям указанные имена.

Определяем координатную ось на пересечении плоскостей `POL_KABINY` и `ZADN_STENKA_NIZ`. Создаем координатную плоскость `ZADN_STENKA_VERN`: в процессе определения координатной плоскости указываем только что созданную ось и плоскость `ZADN_STENKA_NIZ`, вводим в окне Angle (Угол) значение 17 градусов.

После этого создаем координатные плоскости и оси, определяющие положение боковой панели:

плоскость `BASE_X_BOK_PANEL` для базирования боковой панели по координате `X`, расположенную на расстоянии 2800 мм от плоскости `BASE_X`;

плоскость `BASE_Y_BOK_PANEL` для базирования боковой панели по координате `Y`, расположенную на расстоянии 40 мм ниже плоскости `BASE_Y`;

ось на пересечении координатных плоскостей `BASE_X_BOK_PANEL` и `BASE_Y_BOK_PANEL`;

плоскость проекции боковой панели `PROJECTION_BOK_PANEL` на основе плоскости `BASE_Y_BOK_PANEL`, повернутой на 7 градусов относительно вновь созданной оси;

плоскость `BASE_Z_BOK_PANEL` для базирования боковой панели по координате `Z`, расположенную на расстоянии -300 мм от плоскости `BASE_Z`;

ось на пересечении плоскостей `PROJECTION_BOK_PANEL` и `BASE_Z_BOK_PANEL`;

плоскость боковой панели `BOK_PANEL` - результат поворота плоскости `PROJECTION_BOK_PANEL` относительно последней из созданных координатных осей на 15 градусов (см. рис. 5.4.).

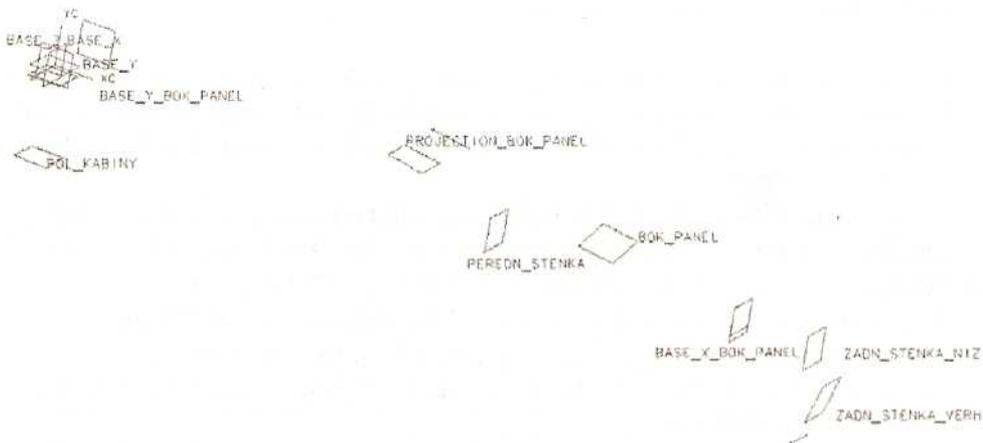


Рис. 5.4. Общий вид модели на этапе формирования

Аналогично сделанным выше построениям создаем координатные плоскости и оси, определяющие положение бокового щитка:

плоскость BASE_XJBOK_SHITKA для базирования бокового щитка по координате X, расположенную на расстоянии 2370 мм от плоскости BASE_X;

координатную ось - результат пересечения плоскостей BASE_X_BOK_SHITKA и PROJECTIONJBOKJPANEL;

плоскость PROJECTION_BOK_SHITKA, расположенную под углом 17 градусов к плоскости BASE_X_BOK_SHITKA относительно оси на пересечении BASE_X_BOK_SHITKA и PROJECTION_BOK_PANEL (поскольку плоскость должна быть наклонена вперед, вводим значение -17);

ось на пересечении плоскостей PROJECTION_BOK_SHITKA и BASE_Z_BOK_PANEL;

плоскость бокового щитка BOK_SHITOK, указав плоскость PROJECTION_BOK_SHITKA и созданную координатную ось (угол -18 градусов).

Теперь изображение в графическом окне имеет следующий вид (см. рис. 5.5):

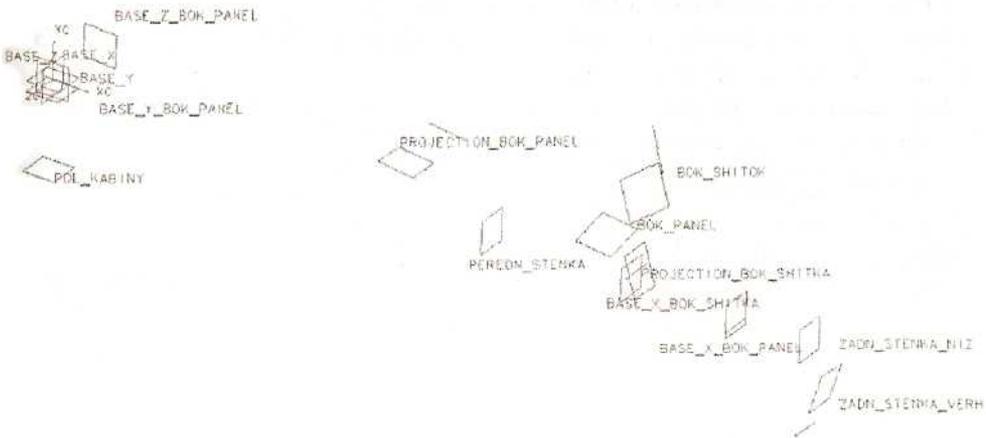


Рис. 5.5. Окончательный вид модели

Созданные объекты необходимо распределить по слоям, чтобы уменьшить количество изображаемых в графическом окне объектов. Операцией **Format**

~>**Move to Layer** (иконка  на панели инструментов) перенесем на слой 3 координатные плоскости;

ZADN_STENKA_NIZ,
BASE_X_BOK_PANEL,
BASE_Y_BOK_PANEL,
BASE_Z_BOK_PANEL,

PROJECTION_BOK_PANEL,

а также координатные оси, связанные с этими плоскостями.

На слой 5 перенесем плоскости:

BASE_X_BOK_SHITKA,

PROJECTION_BOK.SHITKA и их координатные оси.

Поскольку слои 3 и 5 имеют статус Invisible (невидимый), изображение выбранных объектов в графическом окне исчезло. На слое 1 (рабочем) остались плоскости:

BASE_X,

BASE_Y,

BASE_Z,

POL_KABINY,

PEREDN_STENKA,

ZADN_STENKA_VERN,

BOK_PANEL,

BOK_SHITOK.

Теперь переименуем выражения, которые были созданы при определении координатных плоскостей. Для этого вызываем окно со списком выражений **Tools** ~> **Expression** (или *Ctrl+E*) (см. рис. 5.6).

Выбираем поочередно каждое выражение и с помощью операции Rename (Переименовать) даем смысловые имена:

p0=1800 присваиваем имя x_pered_stenki

p1=-350 - z_pola

p2=3100 - x_zadn_stenki

p3=17-naklon_zadn_stenki

p4=2800 - x_basa_bok_paneli

p5=40 - y_basa_bok_paneli

p6=7 - naklon_bok_paneli

p7= -300 - z_basa_bok_paneli

p8=15-razvorot_bok_paneli

p9=2370 - x_basa_bok_shitka

p10= -17 - naklon_bok_shitka

p11= -18 - razvorot_bok_shitka

Теперь окно с выражениями выглядит так (см. рис. 5.7).

После выполненных операций можно перейти к следующему этапу работ: формированию компонентов, связанных со сборкой верхнего уровня и составляющих вместе с ней Control Structure (управляющую схему).

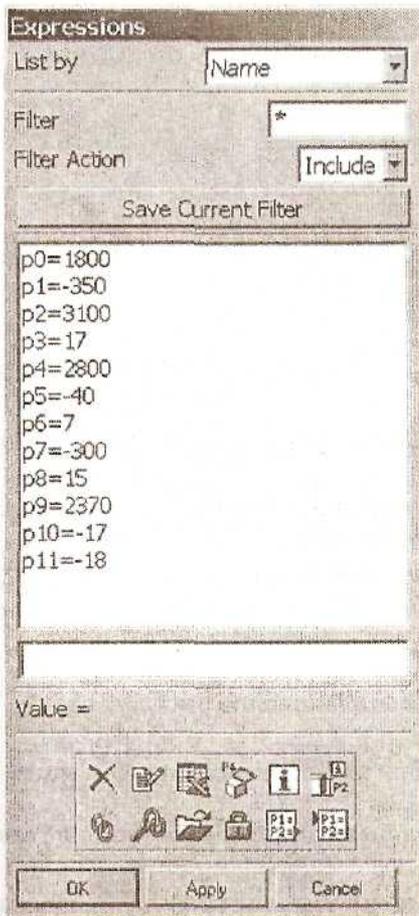


Рис. 5.6. Меню со списком выражений

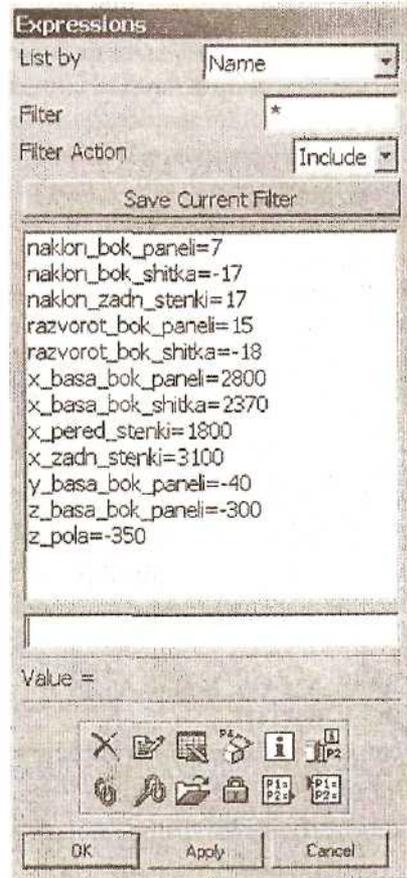


Рис. 5.7. Список выражений после переименования

Создание компонентов управляющей схемы

Вначале включаем приложение для работы со сборками *Application ~> Assemblies*

(можно использовать комбинацию клавиш *Ctrl+Alt+W* или иконку  на панели инструментов). Включаем режим WAVE: *Toots ~> Assembly Navigator ~> WAVE Mode*. Открываем навигатор сборки.

Сейчас в навигаторе сборки мы видим единственный узел *pilot_cockpit*. Устанавливаем на него курсор, нажимаем правую кнопку мыши и в выпавшем меню выбираем *WAVE ~> Create New ~> Level*, В окне Part Name можно сразу набрать имя нового файла *bok_panel* или определить его размещение в выбранном каталоге.

Нажимаем клавиши *Ctrl+L* и меняем статус слоя 3 на Selectable (выбираемый). ОК. Появились изображения объектов, расположенных на этом слое. После этого выбираем координатные плоскости:

BASE_Z
ZADN_STENKA_VERH
POL_CABINY
BASE_X_BOK_PANEL
BASE_Z_BOK_PANEL
BOK_PANEL
BOK_SHITOK

и координатную ось, лежащую на пересечении плоскостей BASE_X_BOK_PANEL и PROJECTION_BOK_PANEL. ОК.

В навигаторе сборки под узлом pilot_cockpit появился новый компонент с именем bok_panel.

Опять устанавливаем курсор на узел pilot_cockpit, нажимаем правую кнопку мыши и в выпавшем меню выбираем *WAVE ~> Create New Level*. Имя нового компонента — bok_shitok. Выбираем курсором координатную плоскость BASE_Z_BOK_PANEL. После этого изменяем еще раз статус слоев, делаем слой 3 Invisible (невидимым), а слой 5 Selectable (выбираемым). Продолжаем выбор объектов:

BASE_X_BOK_SHITKA
BOK_SHITOK

ось на пересечении плоскостей BASE_X_BOK_SHITKA
и PROJECTION_BOK_PANEL.

Для того чтобы файлы новых компонентов были записаны на диске, в главном меню выбираем функцию *File ~> Save* или пользуемся иконкой , или нажимаем клавиши *Ctrl+S*. В окне состояния появляется сообщение: Part file saved

В навигаторе сборки устанавливаем курсор на компонент bok_panel, нажимаем правую кнопку мыши и выбираем операцию Make Displayed Part (Сделать изображаемой частью). Сейчас компонент bok_panel является изображаемой, а значит, и рабочей частью. Включаем изображение всех слоев в части, рабочим назначаем слой 4.

Проверяем (например, по заголовку главного окна), что мы работаем в приложении Modeling. С помощью команды *Tools ~> Expression* или клавиш *Ctrl+E* откроем меню выражений и в окне наберем: naklon_bok_paneli=, после чего обратимся к иконке операции Create Link (Создать связь). Появилось меню выбора части, в которой хранится нужное нам выражение. В окне с перечнем открытых частей выбираем pilot_cockpit. ОК. Появляется список выражений (параметров), хранящихся в файле pilot_cockpit. Выбираем одноименное выражение. ОК (см. рис. 5.8).

Меню со списком закрывается, к заданному имени выражения добавляется ссылка на имя файла и имя параметра в этом файле. Enter. ОК.

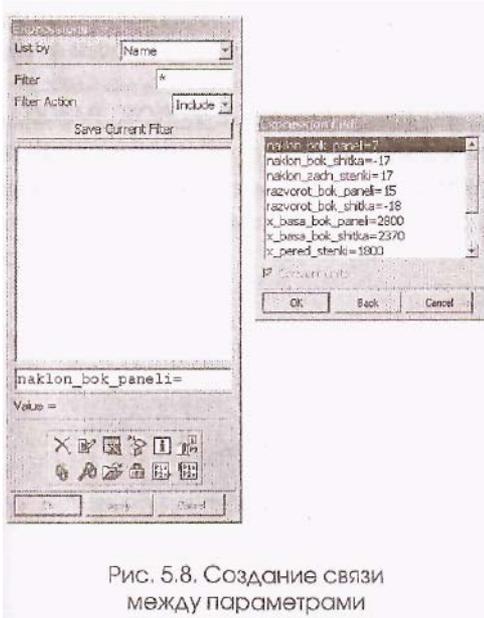


Рис. 5.8. Создание связи между параметрами

Пользуясь видовой операцией **Zoom**, определяем границы изображения так, чтобы в графическом окне была изображена плоскость **BASE_X_BOK_PANEL** и координатная ось. Создаем новую координатную плоскость **Insert ~> Form Feature ~> Datum Plane**, указав курсором **BASE_X_BOK_PANEL**, указав ось и набрав в окне меню значение угла **naklon_bok_paneli**. OK (см. рис. 5.9). Погасим изображение всех объектов, кроме построенной плоскости и плоскостей **BASE_Z_BOK_PANEL** и **BOK_PANEL**, с помощью операции **Edit ~> Blank ~> Blank** или клавиш **Ctrl+B**. Курсором указываем три упомянутые плоскости, после чего нажимаем **Alt But Selected** (Все объекты, кроме выбранных). OK. На только что созданной плоскости построим эскиз. В главном меню выбираем

Insert ~> Sketch или из панели инструментов иконку . Выбираем пункт **Create**

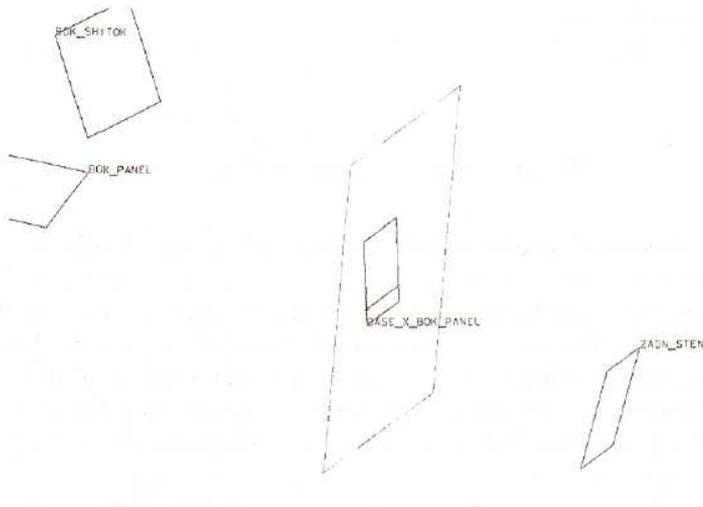


Рис. 5.9. Создание дополнительной координатной плоскости

(Создать эскиз), указываем в качестве плоскости размещения созданную координатную плоскость, переходим к определению направления для ориентации осей в эскизе. В разделе Reference Direction устанавливаем переключатель на определение вертикали Vertical. Курсором выбираем плоскость BASE_Z_BOK_PANEL. ОК. Создаем эскиз. Вертикальный отрезок имеет условие коллинеарности с плоскостью BASE_Z_BOK_PANEL, а наклонный отрезок — с плоскостью BOK_PANEL. Эскиз называем PANEL. ОК (см. рис. 5.10).

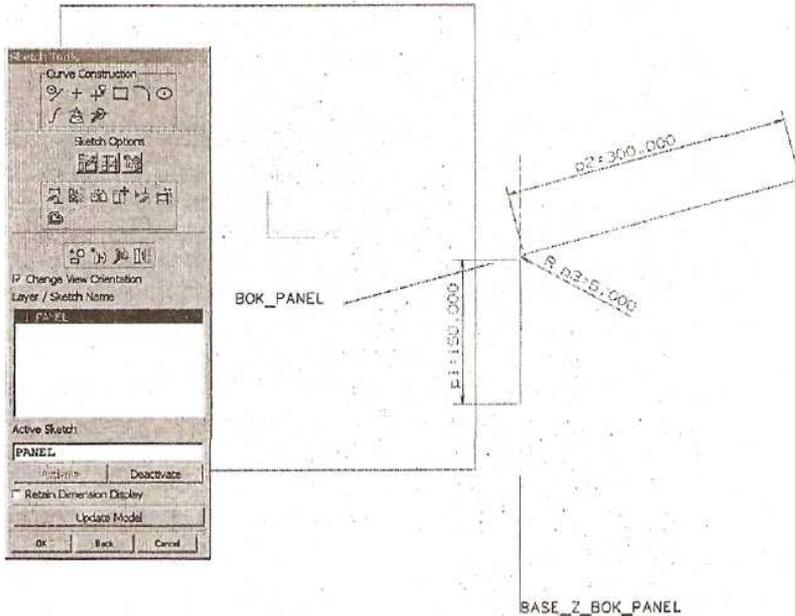


Рис. 5.10. Формирование эскиза PANEL

Включаем видимость всех объектов в данном файле (*Ctrl+Shift+U*). Сохраняем файл: *Ctrl+S*.

Открываем навигатор сборки (*Ctrl+A*), устанавливаем курсор на узел bok_panel, нажимаем правую кнопку мыши и выбираем Display Parent: pilot_cockpit (Родительскую часть сделать изображаемой). После чего устанавливаем курсор на узел bok_shitok, нажимаем правую кнопку мыши и выбираем Make Displayed Part (Сделать изображаемой частью). Включаем изображение всех слоев в части, рабочим назначаем слой 6.

Теперь в этом файле создаем выражение naklon_bok_shitka и связываем его с одноименным выражением в файле pilot_cockpit аналогично тому, как это было выполнено в файле bok_panel. Строим координатную плоскость, указав

плоскость `BASE_X_BOK_SHITKA`, координатную ось и задав угол поворота параметром `naklon_bok_shitka-90`.

Построим первый эскиз. Создаем его на вновь построенной плоскости и в качестве вертикального направления выбираем плоскость `BASE_Z_BOK_PANEL`. Элементами эскиза являются два отрезка и скругление между ними. Вертикальный отрезок коллинеарен плоскости `BASE_Z_BOK_PANEL`, а наклонный отрезок — плоскости `BOK_SHITOK`. Присвоим этому эскизу имя `BASE_SHITOK` (см. рис. 5.11).

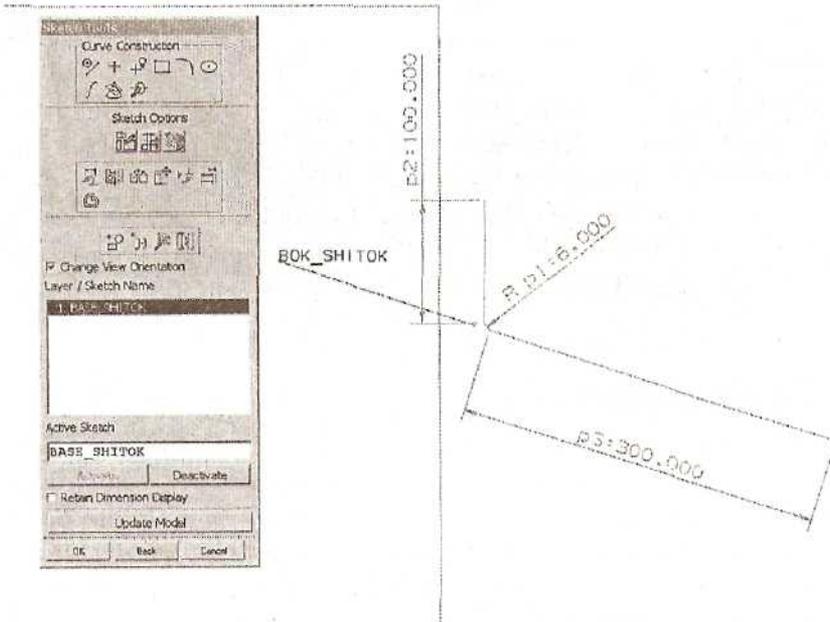


Рис. 5.11. Формирование эскиза `BASE_SHITOK`

Второй эскиз создаем на той же плоскости с аналогичной ориентацией осей. Эскиз `VERH_SHITOK` представляет собой замкнутый контур, элементы которого имеют геометрические ограничения. Верхняя точка левого вертикального отрезка совпадает с верхней точкой вертикального отрезка эскиза `BASE_SHITOK`, наклонные отрезки параллельны наклонному отрезку эскиза `BASE_SHITOK`, правый вертикальный отрезок проходит через граничную точку наклонного отрезка того же эскиза. Назначенные размерные ограничения показаны на рис. 5.12.

Сохраняем файл. В навигаторе сборки устанавливаем курсор на узел `bok_shitok`, нажимаем правую кнопку мыши и выбираем `Display Parent: pilot_cockpit` (Родительскую часть сделать изображаемой). Дважды щелкаем на верхнем узле в навигаторе сборки, делая ее рабочей частью.

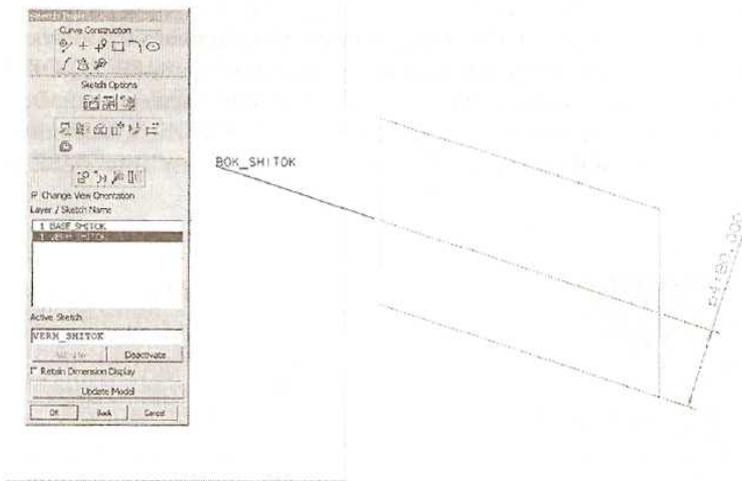


Рис. 5.12. Формирование эскиза VERH_SHITOK

Создание исходных частей

На основе компонентов bok_panel и bok_shitok создаем исходные части (start part).

Для этого в навигаторе сборки выбираем компонент bok_panel, нажимаем правую кнопку мыши и в выпавшем меню выбираем **WAVE ~> Create New Level**. Выбираем каталог для размещения исходного файла и набираем его имя bok_panel_start. Нажимаем Class Selection и указываем тип выбираемых объектов Sketch и Datums. OK. Нажимаем Select All. OK, OR.

Делаем компонент bok_panel_start изображаемым. Включаем видимость всех слоев, проверяем, что в данном файле хранятся ассоциативные копии плоскостей и эскизов. Создаем необходимые для дальнейшей работы ссылочные наборы. Для этого вызываем из главного меню **Assemblies ~> Reference Sets**. Создаем ссылочный набор PANEL, в который входят эскиз PANEL, координатные плоскости ZADN_STENKA_VERH и BOK_SHITOK. Создаем еще один ссылочный набор ZADN_STENKA_VERH, в который включаем плоскости ZADN_STENKA_VERH, BASE_Z, POL_KABINY.

Выбираем компонент bok_shitok и аналогично создаем исходную часть bok_shitok_start, выбрав все объекты, содержащиеся в файле bok_shitok. Определяем компонент bok_shitok_start изображаемым. Формируем ссылочный набор BASE_SHITOK, состоящий из эскиза BASE_SHITOK, плоскости BOK_SHITOK и координатной оси, а также ссылочный набор VERH_SHITOK, состоящий из эскиза VERH_SHITOK.

С помощью операции **Display Parent** из выпадающего меню навигатора сборки делаем сборку `pilot_cockpit` изображаемой. Установив курсор в навигаторе сборки на узел `pilot_cockpit`, двойным нажатием левой кнопки мыши делаем сборку рабочей частью. Сохраняем все части: **File ~> Save All**.

Формирование управляющей схемы закончено. Наследующем этапе мы сформируем связанные части (**linked parts**). В этих файлах будут окончательно создаваться твердотельные модели деталей.

Создание связанных частей



Рис. 5.13. Меню определения связанной части

В навигаторе сборки раскрываем сложные узлы (отмеченные знаком **+**). Устанавливаем курсор на компонент `bok_panel_start`, нажимаем правую кнопку мыши и выбираем операцию **WAVE ~> Create Linked Part**. Определяем место хранения файла на диске и назначаем имя части `bok_panel_rt`. Приставка `rt` означает, что это файл с деталью правого исполнения. Выбираем ссылочный набор **PANEL**. **OK**. (см. рис. 5.13).

Изображаемой частью становится файл `bok_panel_rt`. Можно сразу приступить к созданию модели детали.

В файле сохранилась разбивка объектов по оригинальным слоям. Присваиваем слою 4 статус **Selectable** (выбираемый), рабочим назначаем слой 10.

Из главного меню вызываем **Insert ~> Form Feature ~> Extruded Body** или иконку . Выберем эскиз в качестве задающего контура, **OK**, **OK**. Выбираем метод вытягивания **Direction_Distance** (Задание направления и расстояния).

Принимаем предложенное системой направление - нормаль к плоскости эскиза в сторону плоскости **ZADN_STENKA_VERH**. **OK**. Принимая во внимание направление вытягивания и направление эквидистанты базового контура, задаем размеры:

Start Distance (начальная дистанция) — -1000 мм

End Distance (конечная дистанция) — 1000 мм

First Offset (первая эквидистанта) - 0

Second Offset (вторая эквидистанта) - -2 мм

Taper Angle (угол наклона граней) — 0.

OK. **Cancel** (см. рис. 5.14).

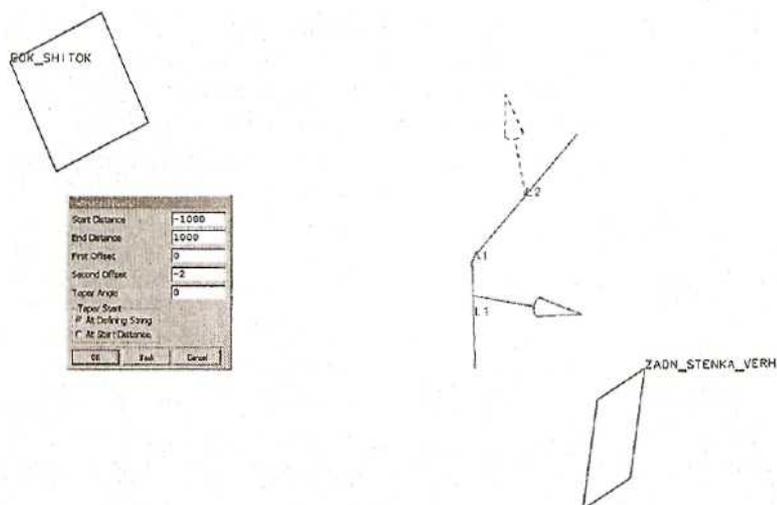


Рис. 5.14. Формирование детали в связанной части

С помощью операции *Insert* ~> *Feature Operation* ~> *Trim* (иконка ) производим обрезку созданной модели плоскостями ZADN_STENKA_VERN и БОК_ШИТОК.

Чтобы окончательно сформировать боковую панель, необходимо обрезать ее еще поверхностью интерьерной обшивки. Эта поверхность вместе с другими поверхностями обводов хранится в отдельном файле airplane_surface. В этом же файле находятся другие поверхности, например поверхность границы обзора (см. рис. 5.15 и 5.16).

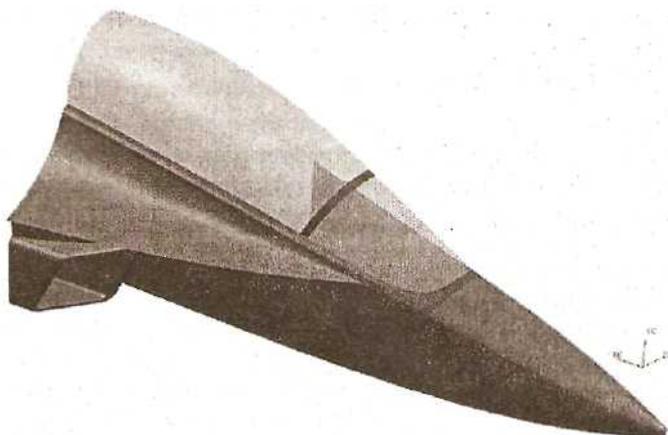


Рис. 5.15. Поверхности внешних обводов в файле airplane_surface

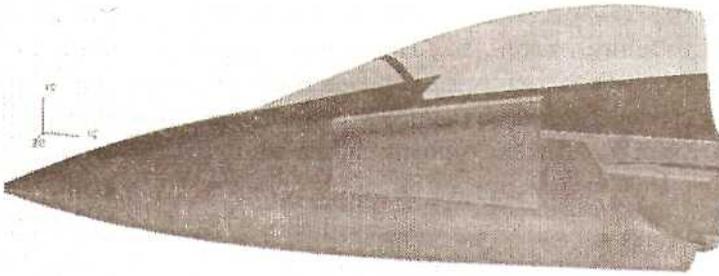


Рис. 5.16. Поверхность интерьерной обшивки в файле airplane_surface

Открываем этот файл. Из навигатора сборки с помощью функции **WAVE Copy Geometry to Part** копируем в файл bok_panel_rt поверхность интерьерной обшивки. ОК (см. рис. 5.17).

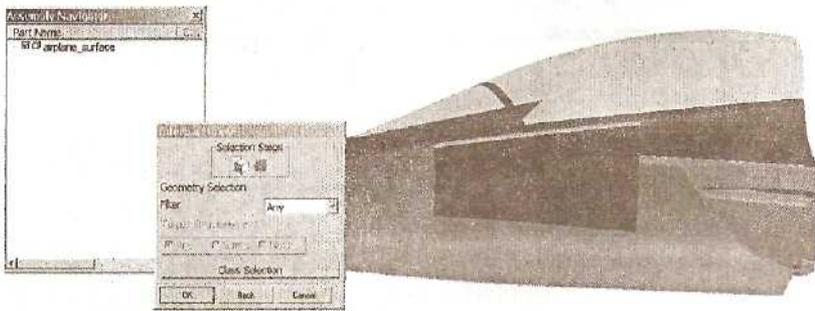


Рис. 5.17. Копирование геометрии в другой файл

Переходим опять в файл bok_panel_jt (**Window ~>...**) и видим в этой части скопированную поверхность, находящуюся на том же слое, на каком она хранится в родительском файле. В навигаторе модели эта поверхность обозначена как **LINKED_BODY(6)**. Выполняем операцию обрезки панели этой поверхностью:

Insert ~> Feature Operation ~> Trim (иконка ).

Выключаем видимость всех слоев, кроме 10-го. Создаем ссылочный набор **SOLID**, который содержит твердотельную модель. Таким образом, деталь правой боковой панели кабины создана. Сохраняем часть.

В главном меню обращаемся к пункту **Window** и выбираем сборку pilot_cockpit. Создадим еще одну часть на основе исходной части bok_panel_start. Выполняем аналогичную операцию: **WAVE ~> Create Linked Part**. Часть называем zadn_stenka_verh. Выбираем ссылочный набор ZADN_STENKA_VERH. ОК.

Рабочей и изображаемой частью является zadn_stenka_verh. Сформируем модель верхней части задней стенки кабины. Создаем координатную ось,

являющуюся пересечением плоскостей ZADNJSTENKA_VERH и POL_KABINY. Назначаем рабочим слой 6. Построим эскиз на плоскости ZADNJSTENKA_VERH, выбрав в качестве горизонтального направления только что созданную ось. Эскиз состоит из одного вертикального отрезка, коллинеарного с плоскостью BASE_Z. Нижняя точка отрезка находится на координатной оси. Длина отрезка 1500 мм (см. рис. 5.18).

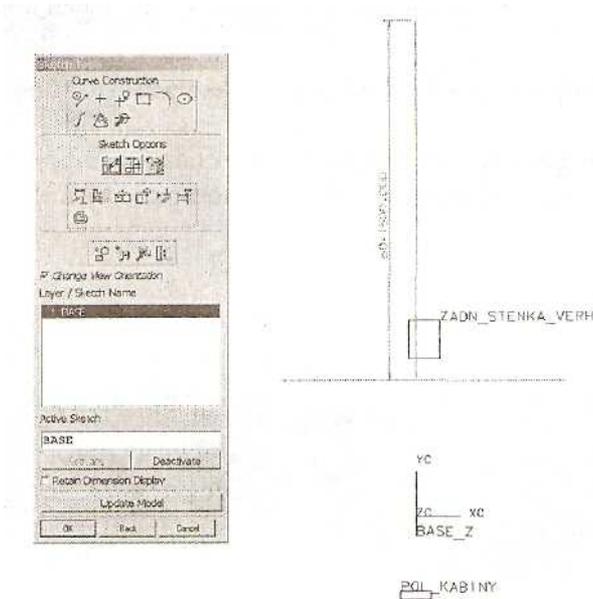


Рис. 5.18. Эскиз в части zadn_stenka_verh

Построим второй эскиз, который расположен на той же плоскости, что и первый, но представляет собой целый набор отрезков и скруглений (см. рис. 5.19).

Прежде чем начать формировать заднюю стенку, необходимо войти в часть *airplane_surface* и, пользуясь функцией **WAVE** ~> **Copy Geometry to Part**, скопировать в файл *zadn_stenka_verh* ребро, лежащее на плоскости подфонарной жесткости, и поверхность внешнего обвода.

Возвращаемся в часть *zadn_stenka_verh*. Назначаем рабочим слой 10.

Вызываем операцию **Insert** ~> **Form Feature** ~> **Extruded Body** или иконку . Выберем первый эскиз в качестве задающего контура. ОК. Метод вытягивания: **Direction_Distance** (Задание направления и расстояния). Задаем направление -ось ZC и нажимаем **Cycle Vector Direction** (Сменить направление вектора). ОК. Задаем размеры:

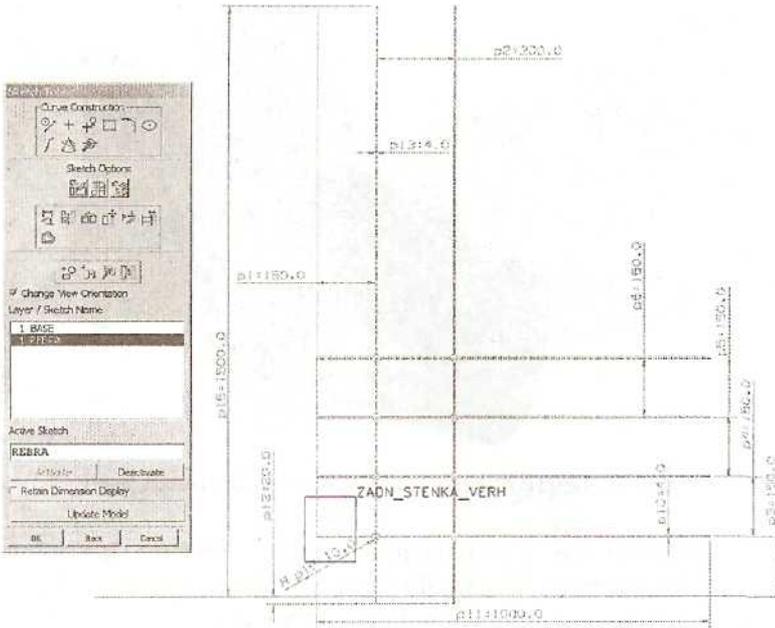


Рис. 5.19. Второй эскиз в части zadn_stenka_verh

Start Distance (начальная дистанция) - 0 End Distance (конечная дистанция) - 1000 мм First Offset (первая эквидистанта) - 0 Second Offset (вторая эквидистанта) - -20 мм Taper Angle (угол наклона граней) - 0 OK. Create. OK.

Направление второй эквидистанты при построении система определила в сторону рабочей системы координат.

Теперь, находясь в операции Extruded Body, выбираем второй эскиз. Система предлагает направление, перпендикулярное плоскости эскиза. Параметры:

Start Distance - 0

End Distance - 20 мм

First Offset (первая эквидистанта) - 0

Second Offset (вторая эквидистанта) - 0

Taper Angle (угол наклона граней) - 0

OK. Create. OK. Cancel.

Присваиваем слою 6 статус Invisible. Изображение эскизов исчезло. Сейчас мы имеем два отдельных твердых тела. Первое изображено полупрозрачным тоном (см. рис. 5.20).

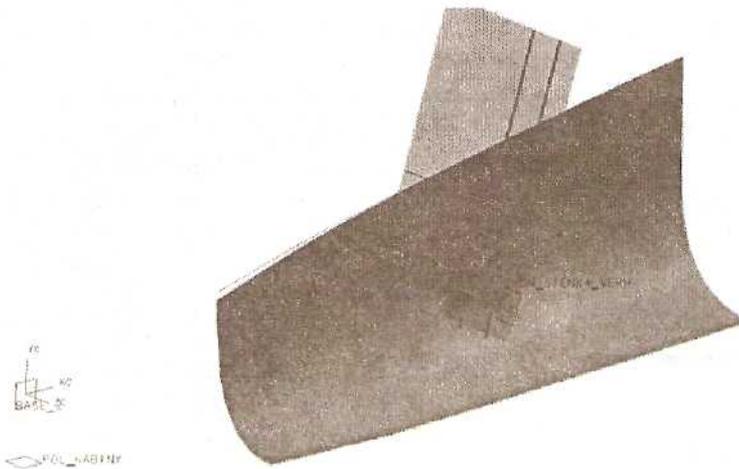


Рис. 5.20. Тела и поверхности в части `zadn_stenka_verh`

Выполняем обрезку этих тел (операция **Insert ~> Feature Operation ~> Trim**) координатной плоскостью `POL_KABINY` (отбрасывая нижнюю часть) и плоскостью, расположенной ниже плоскости подфонарной жесткости на 30 мм (отбросив верхнюю часть).

Для выполнения последней операции после выбора тела для обрезки нажимаем клавишу **Define Plane** (Определить плоскость), в стандартном меню выбора плоскости указываем **Parallel at Distance** (Параллельно указанной плоскости на расстоянии). Определяющую плоскость зададим как плоскость кривой (**Plane of Curve**). Курсором указываем кривую, скопированную из файла `airplane_surface`. В нижней части созданного твердого тела указываем точку для задания направления, где будет построена параллельная плоскость. Задаем значение расстояния 30 мм. ОК. Принимаем направление обрезки. ОК.

После этого выполняем обрезку поверхностью внешнего обвода. **Cancel** (см. рис. 5.21).

Выключаем изображение всех слоев, кроме 10-го. В графическом окне остались только два твердых тела.

Теперь из первого тела получим тонкостенную деталь. Вызываем операцию

Insert ~> Feature Operation ~> Hollow (иконка ). Указываем тип операции **Face** (Грани). В разделе **Selection Steps** (Шаги выбора) включен режим **Pierced Face** (т.е. мы укажем грани, которые будут удалены в результате построения). Задаем толщину стенок по умолчанию (**Default Thickness**) 4 мм. Указываем большую грань со стороны хвостовой части самолета и грань, совпадающую с плоскостью X-Y. После этого в разделе **Selection Steps** включаем режим **Offset Face** и указываем большую грань со стороны носовой части. Таким образом, выбирается грань, на которой будет задана толщина, отличающаяся от толщины, заданной по

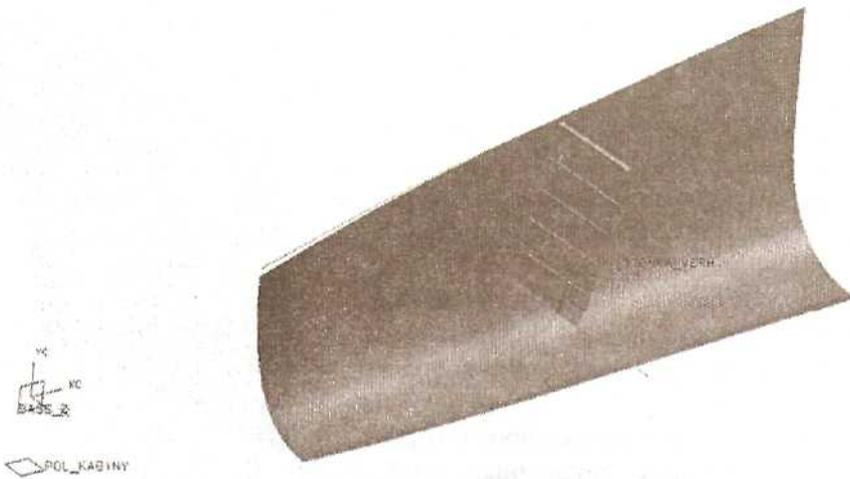


Рис. 5.21. После выполнения операции обрезки

умолчанию. В окне меню появилась строка с именем поверхности и значением толщины на этой грани. Устанавливаем курсор в окне Alternate Thickness и задаем значение 2 мм. ОК.



Рис. 5.22. Правая половина модели верхней части задней стенки

Остается выполнить булеву операцию сложения двух тел: *insert ~> Feature Operation ~> Unite*

(иконка ). Можно добавить на деталь скругления у дна карманов (см. рис. 5.22).

Получена правая часть стенки. Чтобы получить стенку целиком, нужно создать ее левую часть. Включаем видимость слоя 1.

Из главного меню выбираем *Insert ~> Feature*

Operation ~> instance (иконка : ). Выбираем тип операции Mirror Body. ОК. Указываем правую часть стенки. ОК. Указываем координатную плоскость BASE_Z. Cancel. Объединяем правую и левую части стенки в единое тело (Unite).

Выключаем видимость слоя 1. Создаем ссылочный набор SOLID, состоящий из полной модели верхней части задней стенки. Сохраняем

часть (см. рис. 5.23).

Через функцию Window выбираем сборку pilot cockpit. На основе исходной части bok_shitok_start, используя операцию WAVE Create Linked Part, создаем часть bok_shitok_rt. Выбираем ссылочный набор BASE_SHITOK ОК.

Находясь в части bok_shitok_rt, включаем видимость всех слоев, а рабочим слоем определяем слой 6.

Переходим в часть airplane_surface и с помощью функции WAVE Copy Geometry to Part копируем в файл bok_shitok_rt поверхность интерьерной обшивки. Возвращаемся в часть bok_shitok_rt.

Создаем эскиз на плоскости ВОК_SHITOK. Горизонтальное направление определяем с помощью имеющейся координатной оси (см. рис. 5.24).

Эскиз состоит из вертикального и горизонтального отрезков, скругленных радиусом 20 мм. Отрезки позиционируются относительно имеющегося эскиза.



Рис. 5.23. Окончательная модель верхней части задней стенки

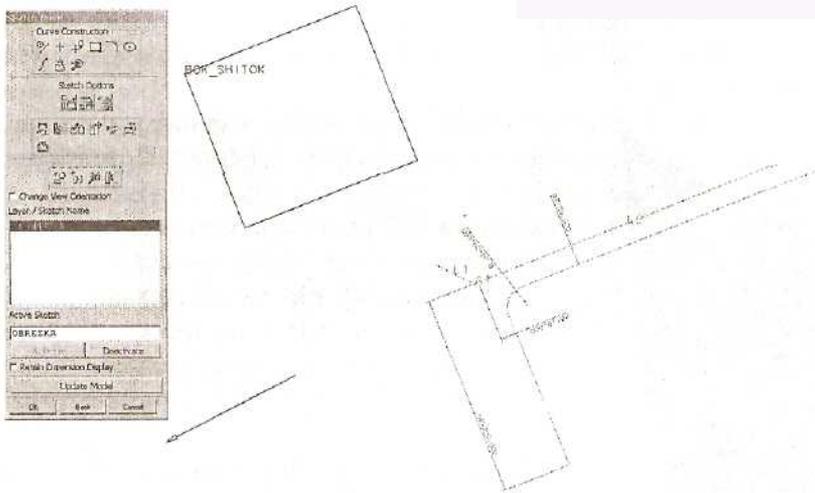


Рис. 5.24. Эскиз OBREZKA в файле bok_shitok_rt

В качестве рабочего определяем слой 10. Формируем основу щитка построением **Insert ~> Form Feature ~> Extruded Body**. Выбираем первый эскиз. Метод вытягивания — **Direction_Distance**. Направление - нормаль к плоскости эскиза. ОК., Задаем размеры:

Start Distance — 450

End Distance — 200 мм

First Offset - 0
Second Offset — 2 мм
Taper Angle — 0
OK. Create. OK.

Выбираем вновь построенный эскиз, тот же метод построения, параметры:

Start Distance — -50 End Distance — 50 мм
First Offset – 0
Second Offset - 0
Taper Angle — 0
OK. Create. OK. Cancel.

Включаем изображение поверхности интерьерной обшивки (см. рис. 5.25).

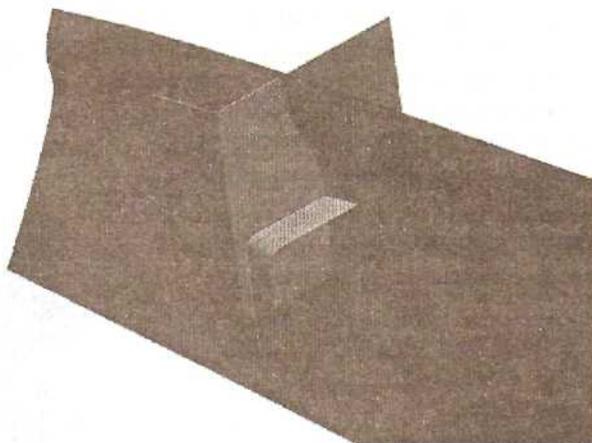


Рис. 5.25. Набор моделей в файле bok_shitok_rt

Выполняем обрезку основы щитка поверхностью интерьерной обшивки и только что созданной поверхностью. Выключаем видимость всех слоев, кроме 10-го. Изображение оставшейся поверхности гасим (операция Blank). В графическом окне остается только щиток (см. рис. 5.26).

Создаем ссылочный набор SOLID, в который входит модель щитка. Сохраняем файл.

Опять возвращаемся в сборку pilot_cockpit. На основе исходной части bok_shitok_start, используя операцию **WAVE ~> Create Linked Part**, создаем часть verh_shitok_rt. Выбираем ссылочный набор VERH_SHITOK. OK.

Переходим в часть airplane_surface. Операцией **WAVE ~> Copy Geometry to Part** копируем в файл verh_shitok_rt поверхность интерьерной обшивки и поверхность границы обзора.

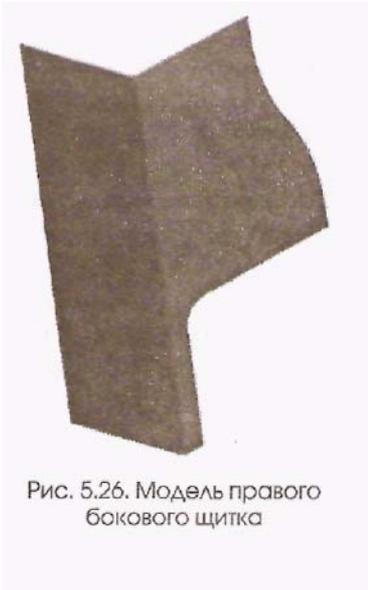


Рис. 5.26. Модель правого бокового щитка

Параметр начальной дистанции (Start Distance) можно предварительно связать с параметром конечной дистанции формирования основы щитка в файле bok_shitok_rt.

Мы получили твердотельную модель заготовки правого верхнего щитка (см. рис. 5.28).

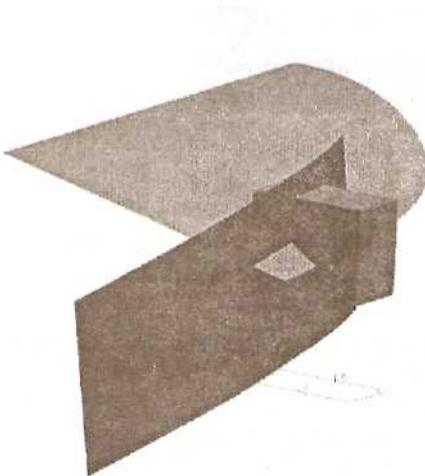


Рис. 5.28. Заготовка модели верхнего щитка

Возвращаемся в часть verh_shitok_rt. Включаем видимость всех слоев. Рабочим назначаем слой 10. Используя операцию Extruded Body, вытягиваем верхнее ребро поверхности интерьерной обшивки по оси Y вверх на 250 и вниз на 150 мм. Видимость интерьерной обшивки выключаем (см. рис. 5.27).

Применяем операцию Extruded Body (иконка ). Выбираем эскиз, выбираем метод Direction_Distance, направление - нормаль к плоскости эскиза. Параметры:

Start Distance — 200 мм
End Distance — 400 мм
First Offset - 0
Second Offset - 0
Taper Angle — 0

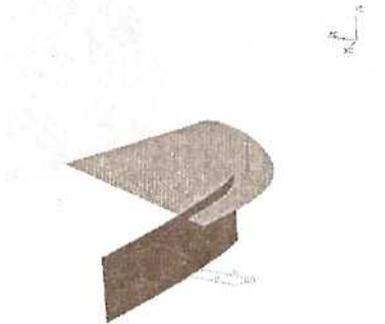


Рис. 5.27. Скопированная геометрия в файле verh_shitok_rt

Обрезаем заготовку имеющимися поверхностями (*Insert ~> Feature Operation ~> Trim*). Оставляем видимым только слой 10. Изображение вспомогательной поверхности погасим (см, рис. 5.29).

Скруглим левое нижнее ребро операций *Insert ~> Feature Operation ~> Edge Blend*; радиус скругления — 20 мм.

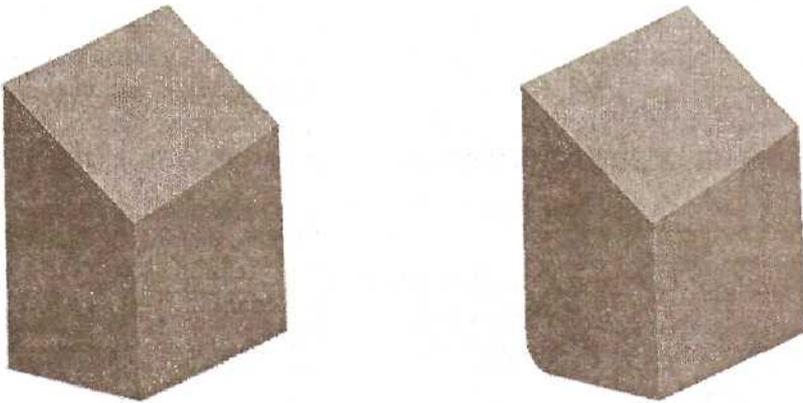


Рис. 5.29. Заготовка верхнего щитка после обрезки поверхностями и скругления нижнего ребра

Откроем навигатор сборки и операцией **WAVE ~> Copy Geometry to New Part** скопируем в файл `verh_shitok_korpus_rt` твердотельную модель. Повторяем операцию и копируем в файл `verh_shitok_panel_rt` лицевую грань модели. Выполним сохранение всех частей.



Рис. 5.30. Модель корпуса верхнего щитка

Переходим в часть `verh_shitok_korpus_rt`. Включаем слой 10. Выполняем над моделью операцию **Insert ~> Feature Operation ~>**

Hollow (иконка ). Задаем толщину стенок 2 мм.

Удаляемые грани: лицевая, задняя и грани, по которым происходила обрезка.

Сохраняем файл.

Созданная модель показана на рис. 5.30.

Переходим в часть `verh_shitok_panel_rt`.

Включаем слой 10. Выполняем перенос имеющейся грани на 2 мм. Полученную твердотельную модель (см. рис. 5.31) включаем в ссылочный набор SOLID. Файл сохраняем.

Сейчас практически все подготовлено для создания так называемой в терминах технологии



Рис. 5.31. Модель панели верхнего щитка

WAVE обзорной сборки (Review Assembly). В ней дается детальное представление о конечном изделии, и она служит основой его дальнейшей инженерной проработки.

Формирование обзорной сборки

Создаем новую часть: выбираем **File ~> New** из главного меню или иконку  из панели инструментов. Имя нового файла — interior_pilot_cockpit. Открываем приложение моделирования сборок: **Application ~>Assemblies** или используем комбинацию клавиш **Ctrl+Alt+W**, или из панели инструментов иконку

Assemblies .

Добавим в файл interior_pilot_cockpit созданные компоненты. В главном меню обращаемся к **Assemblies -> Components -> Add Existing** (или к иконке ). Выбираем файл bok_panel_rt. В следующем меню выбираем ссылочный набор SOLID. Выбираем условие позиционирования Absolute - совмещение систем координат файла детали с системой координат сборки. Слой, на котором будет размещена в сборке данная деталь, — Original, т.е. тот же слой, на котором она хранится в своем файле. ОК. Появляется типовое меню выбора точки. Обнуляем координаты. ОК. Включаем видимость слоя 10. Правая боковая панель размещена в сборке.

Повторяем операцию добавления компонента в сборку для файлов zadn_stenka_verh, bok_shitok_rt, verh_shitok_korpus_rt и verh_shitok_panel_rt. Сборка имеет следующий вид (см. рис. 5.32):



Рис. 5.32. Обзорная сборка, сформированная из правых деталей

Сохраняем файл. В этой сборке установлены детали правого исполнения. Необходимо создать и добавить в сборку детали левого исполнения. Создаем координатную плоскость, совпадающую с плоскостью X-Y.

Теперь по технологии формирования сборки сверху вниз создадим четыре новых компонента. В главном меню выбираем *Assemblies ~> Components*

~>Create New (иконка ). Появилось стандартное меню выбора объектов. Не выбираем ничего. ОК. Определяем расположение на диске файла, в котором будет храниться новая деталь, и имя файла. Вводим имя bok_panel_lft. ОК. Определяем расположение объектов в файле по слоям (Layer options) - Original. Начало системы координат в этом файле должно совпадать с абсолютной системой координат. ОК.

Аналогичным образом создаем компоненты bok_shitok_lft, verh_shitok_korpus_lft и verh_shitok_panel_lft. Сохраняем все части: *File ~> Save All*.

Теперь в сборке содержатся все необходимые компоненты, но компоненты левого исполнения пока не содержат моделей.

В качестве рабочего слоя устанавливаем слой 10. Назначаем компонент bok_panel_lft рабочей частью: *Assemblies ~> Context Control ~>Set*

Work Part (или используем иконку ). Можно просто установить курсор в навигаторе сборки на данный компонент и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши. Из главного меню выбираем *Assemblies ~> Wave Geometry Linker*. Выбираем тип объекта Mirror Bodies (Зеркально отраженные тела). Курсором указываем правую боковую панель. Выбираем иконку Mirror Plane (Плоскость отражения). Указываем координатную плоскость. ОК. Появляется деталь левого исполнения (см. рис. 5.33).

Повторяем действия для создания левых деталей в соответствующих компонентах. Рабочей частью назначаем файл сборки. Сохраняем все части: *File ~> Save All*. Обзорная сборка сформирована (см. рис. 5.34).



Рис. 5.33. Меню Wave Geometry Linker

Получение новых вариантов и управление обновлением частей

Была выполнена большая подготовительная работа, но теперь мы получили возможность быстро формировать модели с различными наборами входных

конструкторских и прочих параметров. Эти модели можно легко проанализировать и выбрать оптимальные решения. Таким образом, мы за короткий промежуток времени находим ответы на вопросы типа: «Что, если...?». Надо сказать, что свое название модуль WAVE и получил от сокращения полного названия технологии работ: «What if Alternative Value Engineering».

Сейчас мы проанализируем влияние изменений отдельных параметров на конструкцию интерьера кабины пилота, которые вызваны, например, заменой типа кресла пилота.

Переходим в часть `pilot_cockpit`. Необходимо включить функцию задержки обновлений связанных между собой частей: *Assemblies* ~> *Delay Interpart Updates*.

Вызываем меню работы с выражениями: *Toots* ~> *Expression* (или *Ctrl+E*). Выбираем поочередно необходимые выражения, изменяем их значения, нажимаем *Enter*. Вот эти выражения и их новые значения:

```
x_zadn_stenki = 3170
naklon_zadn_stenki = 14
x_basa_bok_paneli = 2850
z_basa_bok_paneli = -290
razvorot_bok_paneli = 12
x_basa_bok_shitka » 2400
OK.
```

Включаем функцию возможности просмотра сборки до и после обновления частей в одном сеансе: *Assemblies* ~> *Wave* ~> *Associativity Manager*; устанавливаем значок в окошке *Review After Updates*. OK (см. рис. 5.35).

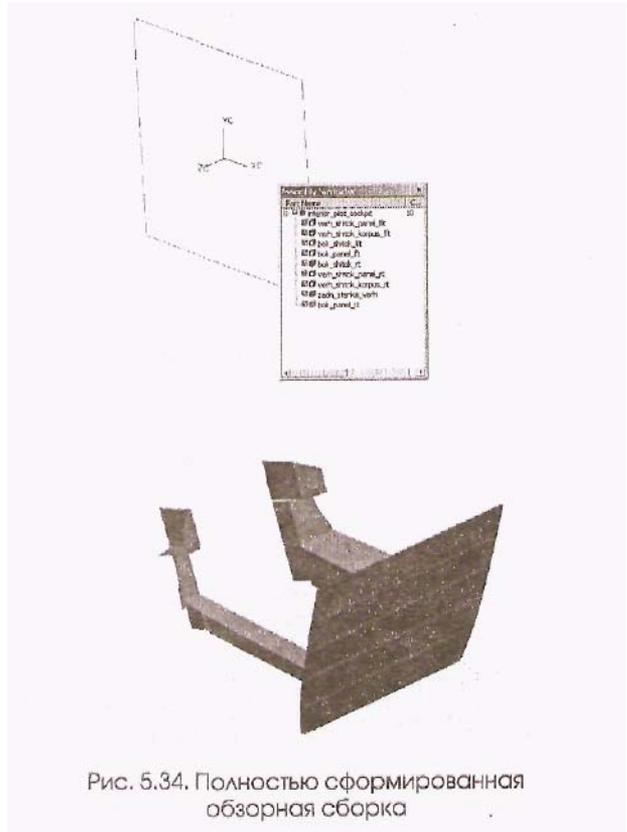


Рис. 5.34. Полностью сформированная обзорная сборка

Переходим в часть `interior_pilot_cockpit`. В главном меню обращаемся к *Assemblies* ~> *Update Session* (Обновление всех объектов в текущем сеансе работы). Появляется меню просмотра изменений *Review Changes*. В окне меню выделены все части, которые претерпевают изменения. Молено выделить не все, а только интересующие нас части. Ниже окна есть ползунок, который перемещается между положениями *Before* и *After* (До и После проведения обновления). Установим курсор на ползунке и будем его перемещать от одного крайнего положения до другого. В крайних положениях мы видим модель, соответствующую данному набору параметров (см. рис. 5.36 и 5.37).

В промежуточном положении видны обе модели в прозрачном режиме. Степень прозрачности соответствует положению ползунка на шкале (см. рис. 5.38).

Несколько замечаний по формированию управляющей схемы

В заключение хотелось бы отметить следующее. Чем больше связей определено между



Рис. 5.35. Включение режима просмотра сборки после обновления

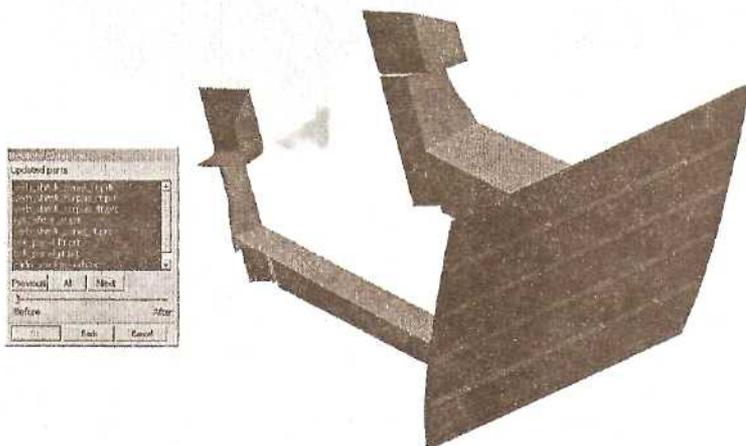


Рис. 5.36. Модель сборки, соответствующая первоначальному набору параметров

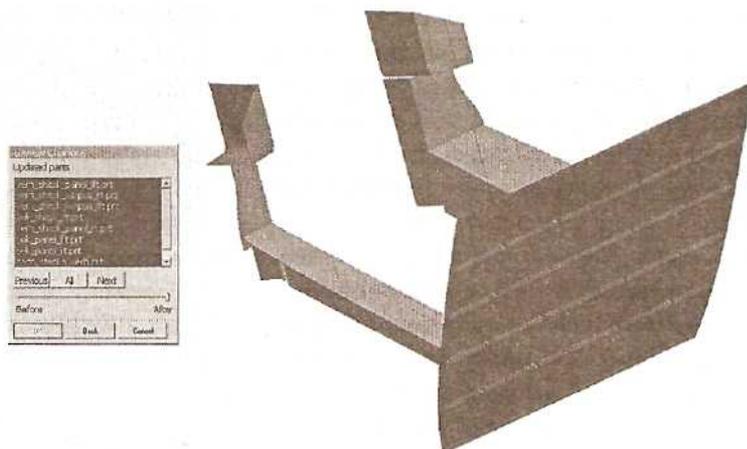


Рис. 5.37. Модель сборки, соответствующая новому набору параметров



Рис. 5.38. Модель сборки, промежуточное положение

частями, тем выше степень автоматизации поиска приемлемого конструкторского решения и тем меньше вероятность возникновения ошибки. Поэтому крайне важно правильно определить набор данных, которые станут ключевыми для проектируемого изделия. Неправильное применение связей может привести к тому, что малейшее изменение какого либо параметра вызовет большие нежелательные изменения в конструкции всего изделия.

Управляющая схема должна соответствовать организации проектно-конструкторских работ на данном предприятии. Тогда за каждую ветвь схемы будет отвечать руководитель соответствующего отдела, а верхний уровень управляющей схемы будет контролировать руководитель проекта.

Необходимо выработать и соблюдать правила именования частей разных уровней управляющей схемы, чтобы по одному названию быстро идентифицировать эти части. Желательно продумать систему хранения частей управляющей схемы и файлов, содержащих компоненты обзорной сборки.