

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В САПР SOLIDWORKS 2007

М.А. Котов<sup>1</sup>, В.В. Кузенов<sup>2</sup>, М.С. Французов<sup>3</sup>, К.В. Моисеев<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Московский Институт Радиотехники, Электроники и Автоматики (технический университет), Москва*

<sup>2</sup> *Институт проблем механики Российской академии наук, Москва*

<sup>3</sup> *Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана, Москва*

### Аннотация

Работа посвящена демонстрации возможностей новой версии системы автоматизированного проектирования SolidWorks 2007. Рассмотрены способы создания сложных моделей поверхностей гиперзвуковых летательных аппаратов.

### MODELLING OF COMPLEX SURFACES OF HYPERSONIC FLYING DEVICES IN DESIGN-AUTOMATION SYSTEM SOLIDWORKS 2007

The report is devoted to demonstration of opportunities of the new version of system of automated designing SolidWorks 2007. Ways of creation of complex models of surfaces of hypersonic flying devices are considered.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В данной работе решалась задача создания трехмерной модели поверхности гиперзвукового летательного аппарата (ГЛА) с воздушно-реактивными двигателями для последующих численных расчетов.

Основная задача моделирования – это устранение ошибок и неточностей в процессе разработки конструкторской документации какого-либо изделия. Достигается это путем моделирования отдельных деталей и их взаимосвязи в сборке. Широкое распространение получил способ создания трехмерных моделей с помощью так называемого «прозрачного ящика». Поместив модель внутрь прозрачного ящика и спроецировав ее на три ортогональные плоскости, мы получим три двумерные проекции, которые описывают форму трехмерной модели. Этот процесс обратим: нарисуем проекции воображаемой модели на трех ортогональных плоскостях. Общее решение этих проекций сформирует нашу модель. Подобный алгоритм используется многими программами трехмерного моделирования (например, AutoCAD).

Основной недостаток описанного подхода к моделированию заключается в том, что полученная таким образом модель с большим трудом поддается редактированию. Можно только или отменить последовательность операций или сделать все заново. Создание сложной модели, таким образом, представляет собой достаточно медленный и трудоемкий процесс. Кроме того, каждая новая итерация создания модели добавляется к операциям, сделанным ранее, увеличивая, тем самым, размер документа модели.

Существует другой подход к трехмерному моделированию, который повторяет реальный технологический процесс изготовления детали, подбираются соответствующие инструменты и последовательность их применения. На передний план выходит не форма модели, а замысел проекта, т.е. последовательность выполняемых действий. Если знать, как изготовить деталь, не так уж и важно, какие конечные размеры будет она иметь. Этот подход к моделированию использует SolidWorks.

## 2. ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГЛА

### 2.1. САПР SolidWorks 2007

SolidWorks — это система автоматизированного проектирования, которая предназначена для моделирования деталей и сборок в трехмерном пространстве с возможностью проведения различных видов экспресс-анализа, а также оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД (Единая система конструкторской документации). Использует графический интерфейс Microsoft Windows.

Двунаправленные ассоциативные взаимосвязи между деталями, сборками и их чертежами SolidWorks гарантируют соответствие модели и чертежа, т. е. все изменения сделанные в детали автоматически передаются связанную с ней сборку и чертеж. Библиотека материалов SolidWorks позволяет определять материал детали для массовых характеристик, спецификаций и последующих расчетов в COSMOSXpress или COSMOSWorks.

Процесс построения модели основывается на создании элементарных геометрических примитивов и выполнении различных операций между ними. Модель набирается из стандартных элементов и может быть отредактирована путем либо добавления (удаления) этих элементов, либо изменения характерных параметров элементов. В процессе моделирования создается не деталь, а алгоритм (последовательность операций) ее создания. Задаются размеры и геометрические взаимосвязи между элементами, которые определяют форму конкретной детали.

### 2.2. Процесс построения сложной модели поверхности гиперзвукового летательного аппарата

Процесс моделирования начинается с создания эскиза или поперечного сечения. Выбираем плоскость, рисуем эскиз. Затем эскиз при помощи определенного конструктивного элемента приобретает трехмерный вид (рис. 1). Эскизы могут быть вытянуты, повернуты, рассечены сложным образом, смещены по контуру.

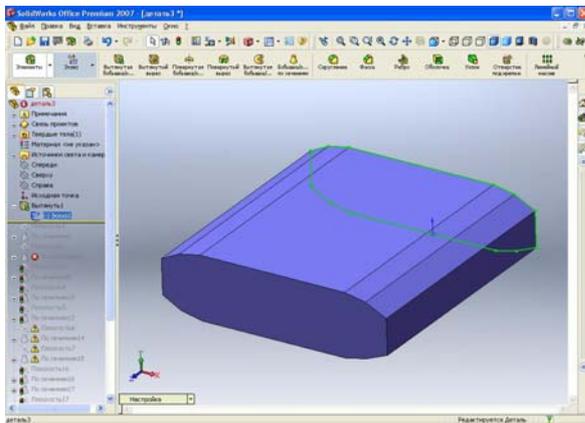


Рис. 1. Вытянутый элемент

Создаем несколько плоскостей, рисуем эскизы и вытягиваем форму по сечениям (Рис. 2)

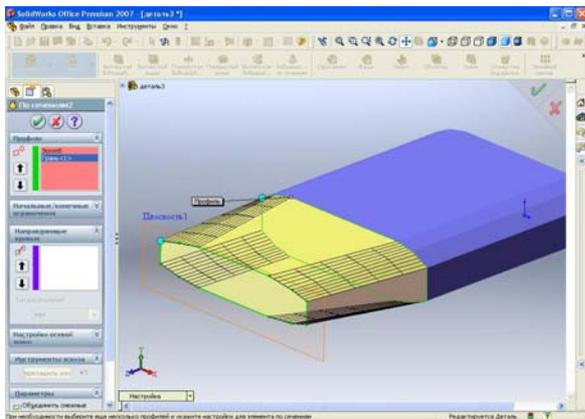


Рис. 2. Два вытянутых эскиза

Для создания новых граней или сглаживания имеющихся применяем элемент “вытянутый вырез” (рис.3). Делается он похожим образом: выбирается плоскость, рисуется эскиз, указываются параметры выреза.

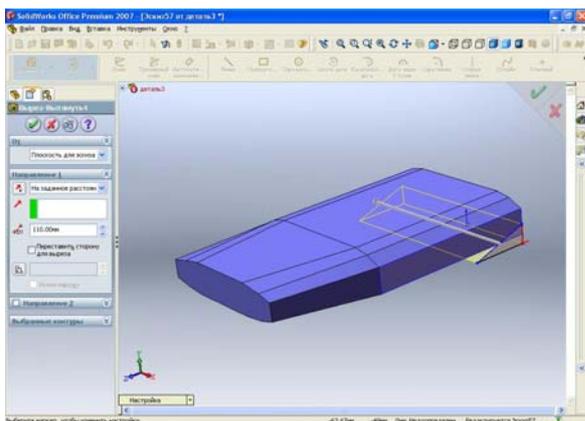


Рис. 3. Вытянутый вырез

Умея использовать эти элементы, создаем нужную нам модель (рис. 4).

Видно, что модель довольно грубая, во многих местах для лучшего обтекания ее элементы нужно сгладить. Для этого используем элемент «Скругление» (рис. 5).

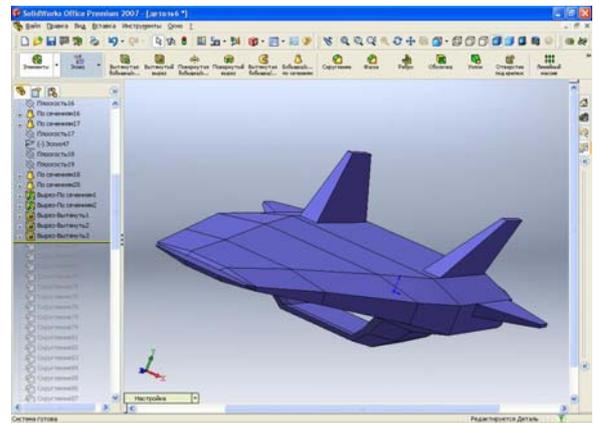


Рис. 4. Предварительный вариант модели

В параметрах элемента указываются способ скругления, линии или грани, радиус. С помощью этого элемента скругляем нужные нам места в имеющейся модели и создаем окончательный вариант.

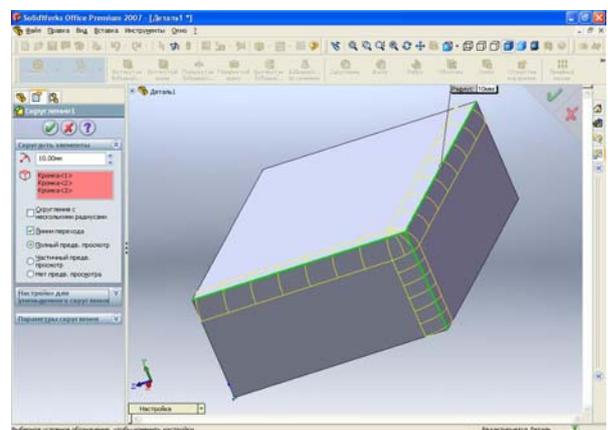


Рис. 5. Скругление

### 2.3. Модели поверхности гиперзвукового летательного аппарата

В системе SolidWorks 2007 нами были созданы две модели нужной нам поверхности гиперзвукового летательного аппарата (рис. 6, 7) для последующих численных расчетов.

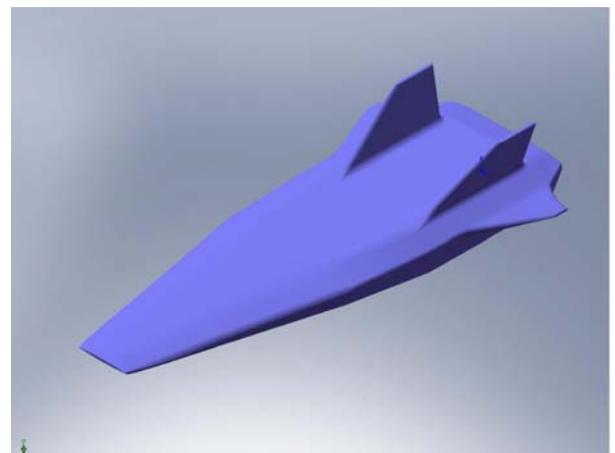


Рис. 6. Модели поверхности ГЛА

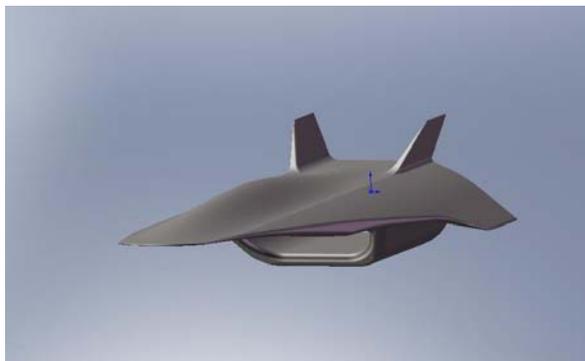


Рис. 7. Модели поверхности ГЛА

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сравнения возможностей трех графических пакетов: Компас, SolidWorks и AutoCAD можно сказать, что SolidWorks – самостоятельная программа трехмерного проектирования среднего уровня с очень простой методикой работы. Система может открывать, редактировать, сохранять большинство наиболее известных применяемых форматов, благодаря чему можно совмещать работу в SolidWorks с работой над деталью или над ее отдельными частями в других программах.

Были созданы сложные поверхности гиперзвуковых летательных аппаратов в САПР SolidWorks 2007 для последующих численных расчетов.

### 4. БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 07-01-00133 и программы фундаментальных исследований Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук (в части разработки программ для параллельных вычислений).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SolidWorks. Практическое руководство. М.: Бином, 2004.
2. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование. М.: Физматлит, 2002.