УДК 004.925.84

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ 3D ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ГТД

© 2013 А.И. Рязанов, А.В. Урлапкин, Л.А. Чемпинский

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 02.12.2013

Разработана методика создания параметрических 3D моделей в среде программного комплекса SIEMENS NX. Рассмотрено создание параметрических моделей типовых деталей с помощью электронной таблицы MICROSOFT EXCEL и 3D модели комплексного представителя. На основе разработанной методики создана база параметрических моделей некоторых типовых деталей ГТД.
Ключевые слова: 3D модель, семейство деталей, электронная таблица, комплексный представитель, параметрическая модель, конструктивный элемент.

Применение параметрических 3D моделей при проектировании узлов авиационных конструкций позволяет существенно сократить время на моделирование деталей. Данный подход позволяет в значительной степени автоматизировать процесс ручного построения 3D моделей, а иногда и полностью исключить его.

Методика создания параметрической модели предполагает последовательное выполнение нескольких этапов:

1) производится выборка чертежей деталей принадлежащих к одному типу;

2) выполняется анализ чертежей с целью выявления аналогий в конструкции;

3) конструкция группы деталей обобщается в комплексный или базовый представитель, который создается в виде модели;

4) создается матрица информации о геометрии отдельных представителей группы.

Такие матрицы могут включать от нескольких единиц до многих десятков деталей. Процесс создания 3D модели сводится к выбору строки матрицы с параметрами интересующего пользователя представителя группы.

В программном пакете Siemens NX создана база параметрических 3D моделей распространенных в авиастроение деталей. Весь объем созданных моделей можно разделить на классы: детали крепежа, стандартные и нормализованные детали, муфты, пружины. В рамках приведенной методики использованы различные подходы к построению обобщенных представителей деталей разных классов.

Рязанов Александр Ильич, ассистент кафедры механической обработки материалов. E-mail: tr05@bk.ru
Урлапкин Александр Владимирович, студент. E-mail: urlapkin@gmail.com
Чемпинский Леонид Андреевич, кандидат технических наук, профессор кафедры производства двигателей летательных аппаратов. E-mail: chempinskiy@mail.ru

Стандартные и нормализованные детали одного типа, как правило, конструктивно одинаковы. Комплексный представитель для параметризованных втулок, пробок, колец имеет такой же набор параметров, как и единичная деталь. Создание параметрической 3D модели рассмотрим на примере стопорного кольца.

Кольцо стопорное предназначено для постановки в отверстие. Деталь характеризуется следующими параметрами (рис. 1):

D1 – внутренний диаметр;

D2 – наружный диаметр;

h – толщина кольца;

b1 – расстояние между окружностью наружного и внутреннего диаметра, измеренное в верхней части кольца;

D3 – диаметр отверстий под инструмент для обжатия;

R1 – радиус расположения центров отверстий под инструмент для обжатия;

R2 – радиус проушины;

b2 – величина прорези;

R3, R4, R5 – радиусы сопряжений и скруглений углов.

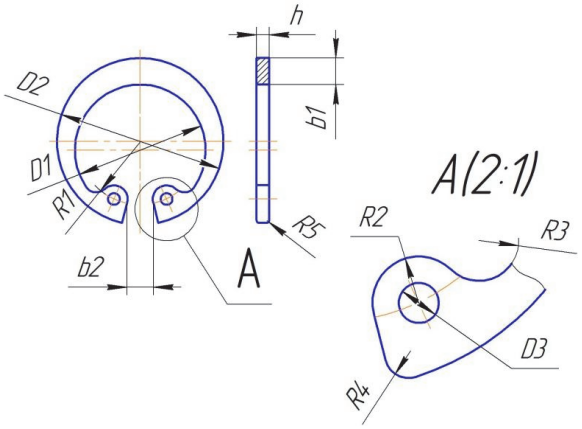


Рис. 1. Параметры комплексного представителя кольца

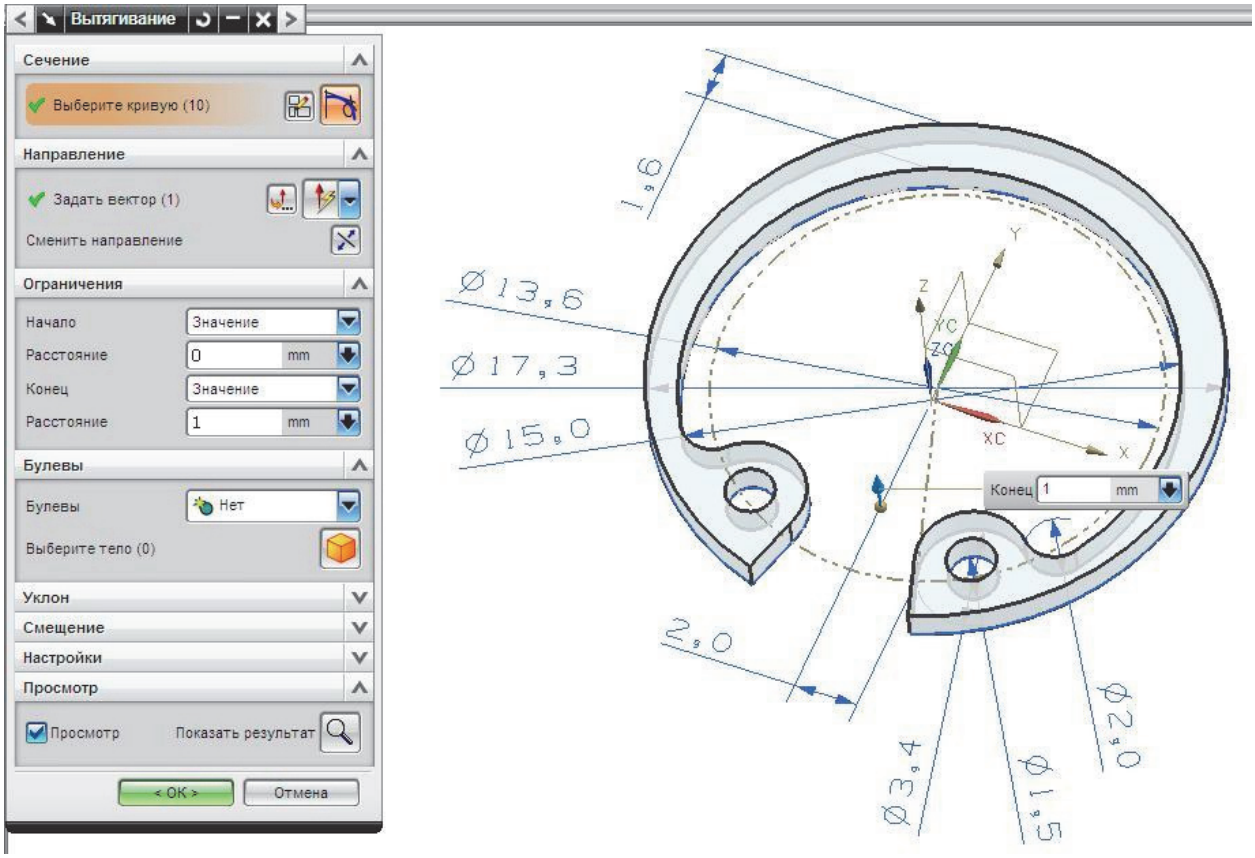


Рис. 2. Операция вытягивания профиля эскиза

Построение комплексного представителя начинается с создания эскиза сечения, аналогичного главному виду на рис. 1. Для эскиза используются размеры одной из деталей группы.

Однозначное определение положения элементов эскиза друг относительно друга задается ограничениями:

- окружность расположения проушин (на рис. 2 задана штрихпунктирной линией) соосна с окружностью наружного диаметра;
- размер прорези задаётся с помощью вспомогательной прямой, для того чтобы при изменении этого размера соответственно изменялось угловое положение крайних линий прорези;
- отверстие для инструмента соосно с дугой проушины.

После завершения построения эскиза происходит создание объёма; с помощью операции «Вытягивание». Эскиз вытягивается на величину толщины кольца (рис. 2).

Завершающей операцией создания модели является построение скруглений по всему контуру кольца. Для этого в диалоговом окне команды «Скругление ребра» указываются рёбра детали и задаются соответствующие величины радиусов.

3D модель комплексного представителя стопорного кольца приведена на рис. 3.

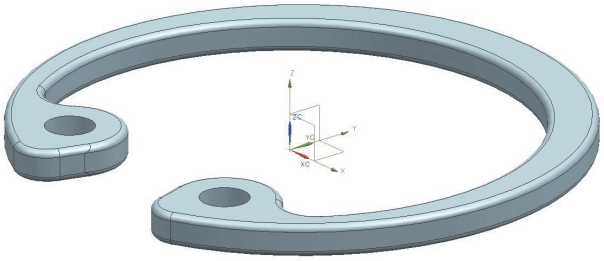


Рис. 3. Комплексный представитель стопорного кольца

На следующем этапе создается матрица информации о геометрии отдельных представителей группы. В Siemens NX для создания такой электронной таблицы используется команда «семейство деталей» из меню «инструменты». Выбираются все параметризуемые размеры эскиза. На рис. 4 приведена таблица размеров всей группы стопорных колец в формате MICROSOFT EXCEL. В качестве поясняющей информации в таблицу добавлен эскиз с обозначенными на нем параметрами.

Выбрав строку с интересующим представителем и нажав «Создать деталь» в меню «Семейство деталей» получим файл с готовой 3D моделью. Построение модели происходит автоматически по выбранной строке размеров. Один файл с параметрической моделью может хранить в себе информацию о геометрии десятков и сотен деталей своей группы.

Аналогично выполнено создание параметрических моделей множества деталей типов «втул-

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Наименование	D1	D2	D3	b1	b2	R1	R2	R3	R4	R5	h
2	014.1009	15	17,3	1,5	1,6	4	6,8	1,7	1	1	0,2	1
3	014.1036	49,4	56	2,5	4,5	14	24,2	3,5	3	1	0,2	2
4	014.1038	80,8	90,5	3	6,4	20	40,8	3,5	3,5	1	0,2	2
5	014.1047	22,5	26,8	2	2,8	5,5	10,2	2,5	1,5	1	0,2	1,2
6	014.1052	16,8	19,5	1,5	1,7	4,5	8	1,7	1,2	1	0,2	1

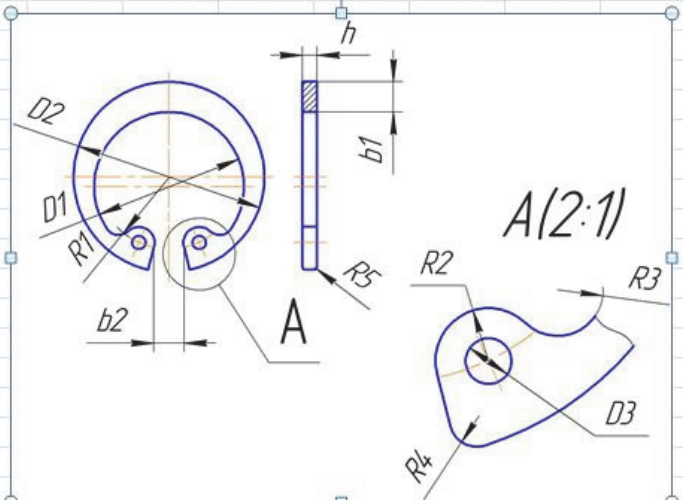


Рис. 4. Таблица параметров для группы деталей

ка» и «пробка», относящихся к классу стандартных и нормализованных, а также «болт», «винт», «гайка» и «шайба», принадлежащих к классу деталей крепежа.

Детали трубопроводов отличаются большим разнообразием конструктивных элементов. Футорка – соединительная деталь напорных трубопроводов для перевода трубы на меньший диаметр. Имеет наружную резьбу для соединения с трубой большего диаметра и внутреннюю резьбу для соединения с трубой меньшего диаметра. Среди футорок можно выделить различные типы, которые могут быть обобщены в один комплексный представитель (рис. 5). Футорки отличаются наличием конструктивных элементов: бурт шириной L2 и проточка шириной L3.

Комплексный представитель является логическим объединением всех конструктивных элементов встречающихся в группе деталей. Модель комплексного представителя футорки показана на рис. 6.

Бурт L2 и проточка L3 присутствуют не во всех деталях группы. В таблицу параметров вносится информация не только о величинах размеров эскиза, но и о наличие конструктивных элементов. В поле таблица вносится слово «yes» когда элемент нужно строить, и «no» когда данный элемент не требуется (рис. 7). Единичная деталь получается методом исключения конструктивных элементов из комплексного представителя.

Для удобства работы с параметрической моделью создается второй лист Excel, на котором располагаются размеры, приведенные на чертеже и поясняющие рисунки. В Siemens NX для создания 3D модели методом вращения удобно в качестве образующего профиля использовать только половину осесимметричного эскиза. В этом случае диаметральные размеры задаются от оси, радиусами.

Пересчет указанных на чертеже диаметров в радиусы производят на втором листе таблицы.

Для построения моделей используется первый лист. Примеры отдельных деталей группы и соответствующие им строки в таблице показаны на рис. 8.

Обобщение геометрии группы деталей в комплексный представитель применено для создания деталей типов «муфта» и «пружина».

Детали более сложной геометрии не всегда могут быть сведены к комплексному представителю. Объединение всех конструктивных элементов группы в одну модель может приводить к конфликтам геометрии. Например, при пространственном наложение объемов вырезаемого паза и наращиваемого объема шлицов. Часто, подобные случаи являются конструктивно необоснованными и технологически невыполнимыми. При невозможности построения комплексного представителя выполнялось создание базового, построение которого едино для всех рассматриваемых деталей и не связано с включением конструктивных элементов специфичных для конкретных представителей группы. Базовый представитель является логическим пересечением всех конструктивных элементов встречающихся в группе деталей. Единичная деталь получается

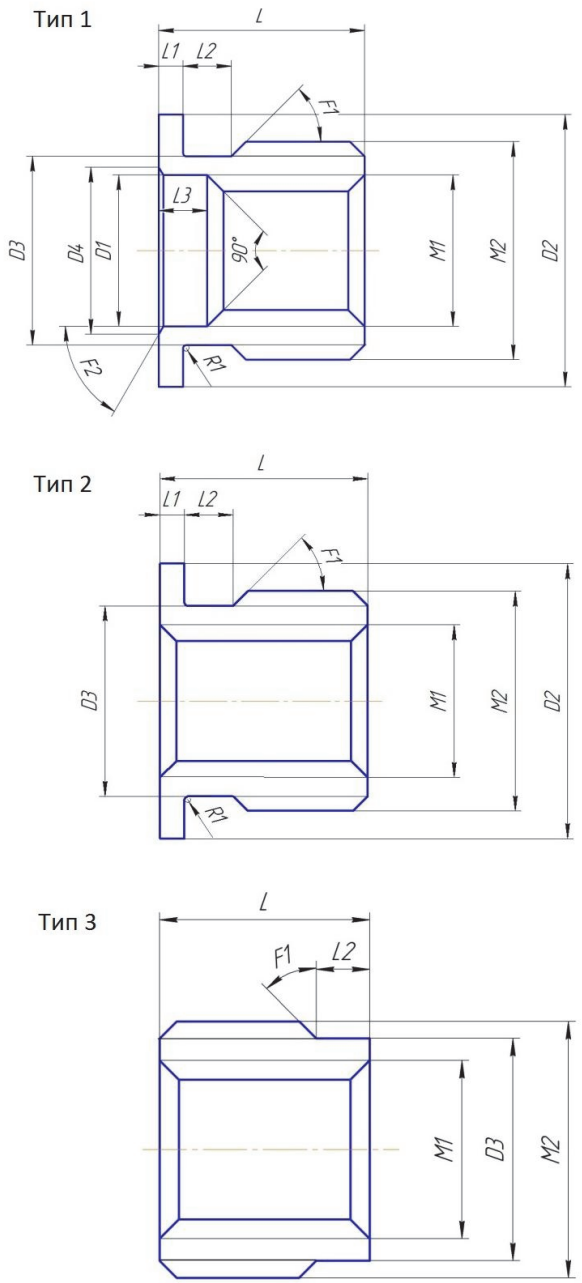


Рис. 5. Эскизы группы деталей

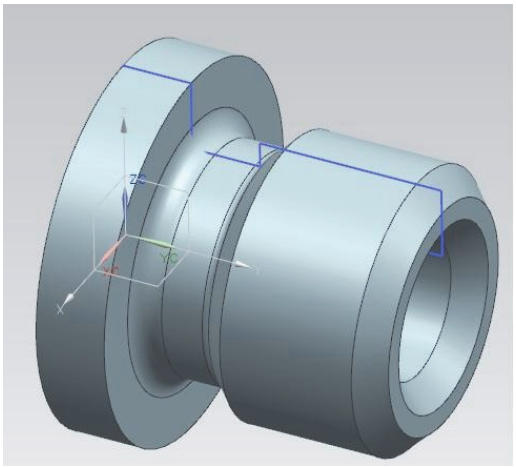


Рис. 6. Комплексный представитель футорки

N	O	P	Q	R
p24	p27	p32	Trim_Body(4)	Edge_Blend(5)
360	1,2	5	no	yes
360	1,1	16	yes	no
360	1,1	5	no	yes
360	1,2	5	no	yes
360	1,2	5	no	yes
360	1,3	5	no	yes
360	1,1	5	no	yes

Рис. 7. Фрагмент электронной таблицы

методом добавления конструктивных элементов в базовый представитель.

Основываясь на описанном подходе создана параметрическая модель семейства деталей типа «стакан». В стаканах обычно размещают подшипники фиксирующей опоры валов. Базовый представитель стакана показан на рис. 9.

В базовый представитель включены следующие конструктивные элементы: корпус стакана, внутренний буртик для упора подшипника, наружный бурт с одним фланцем. Развивая базовый, можно получить модели отдельных предста-

X14

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Part_Name	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p16	p17	p20	p21	p22	p23	p24	p27	p32	Trim_Body(4)
2	019.1193	4,8	6,25	7,8	9	11,25	2	17	4	6,9	30	4	0	360	1,2	5	no
3	019.5170	3,9	5	5,9	7	8,5	2	18	2	5,5	30	3	0	360	1,1	16	yes
4	019.1203	2,9	4	4,9	6	8	3	14	0	4	30	3	0	360	1,1	5	no
5	019.1194	6,8	8,25	9,8	11	13,25	2	19	4	8,9	30	4	0	360	1,2	5	no
6	019.1192	8,8	10,25	12,3	13,5	15,75	2	20	4	10,9	30	4	0	360	1,2	5	no
7	019.1182	12,2	13,65	15,2	16,5	19	2	20	4	14,4	30	4	0	360	1,3	5	no
8	019.1128	3,9	5	5,9	7	8	2	16	0	5	30	3	0	360	1,1	5	no

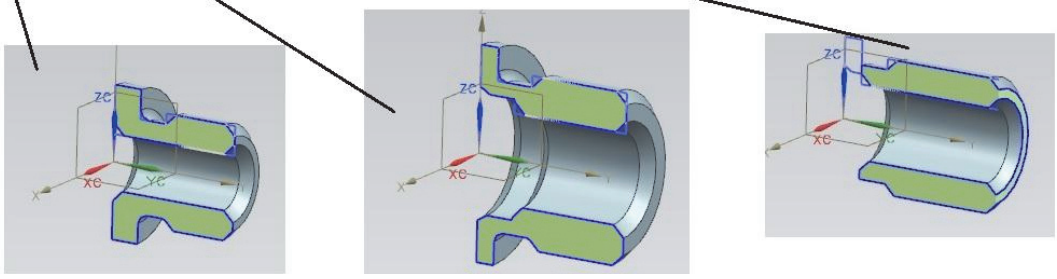


Рис. 8. Электронная таблица и примеры деталей группы

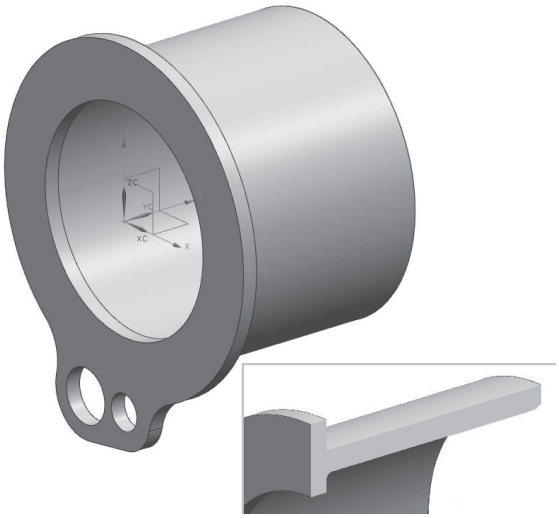
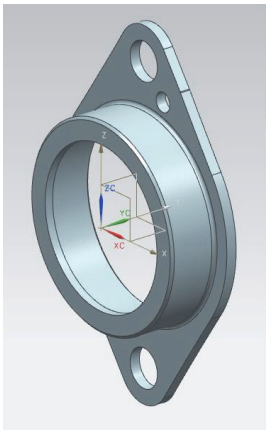


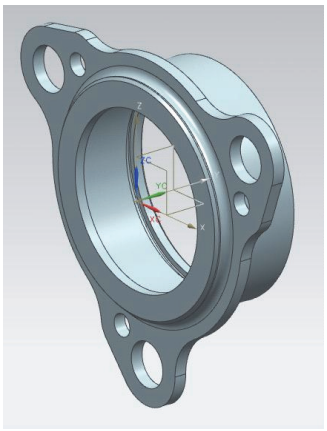
Рис. 9. Базовый представитель стакана

вителей группы. После выбора строки в электронной таблице с параметрами детали система NX автоматически достраивает 3D модель по алгоритму, приведенному на рис. 10.

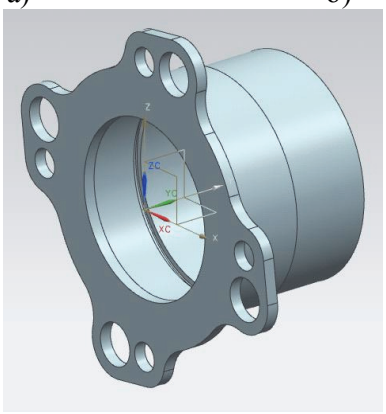
Алгоритм описывает построение всех деталей входящих в группу и исключает конфликты геометрии. Конструктивные элементы: фаска на левом торце Chamfer (5) и скругление на стыке фланца и корпуса слева Edge_Blend (6) выполняются только в случае если наружный бурт с фланцами отстоит от левого торца (рис. 11а).



а)



б)



в)

Рис. 11. Вариант исполнения детали стакан

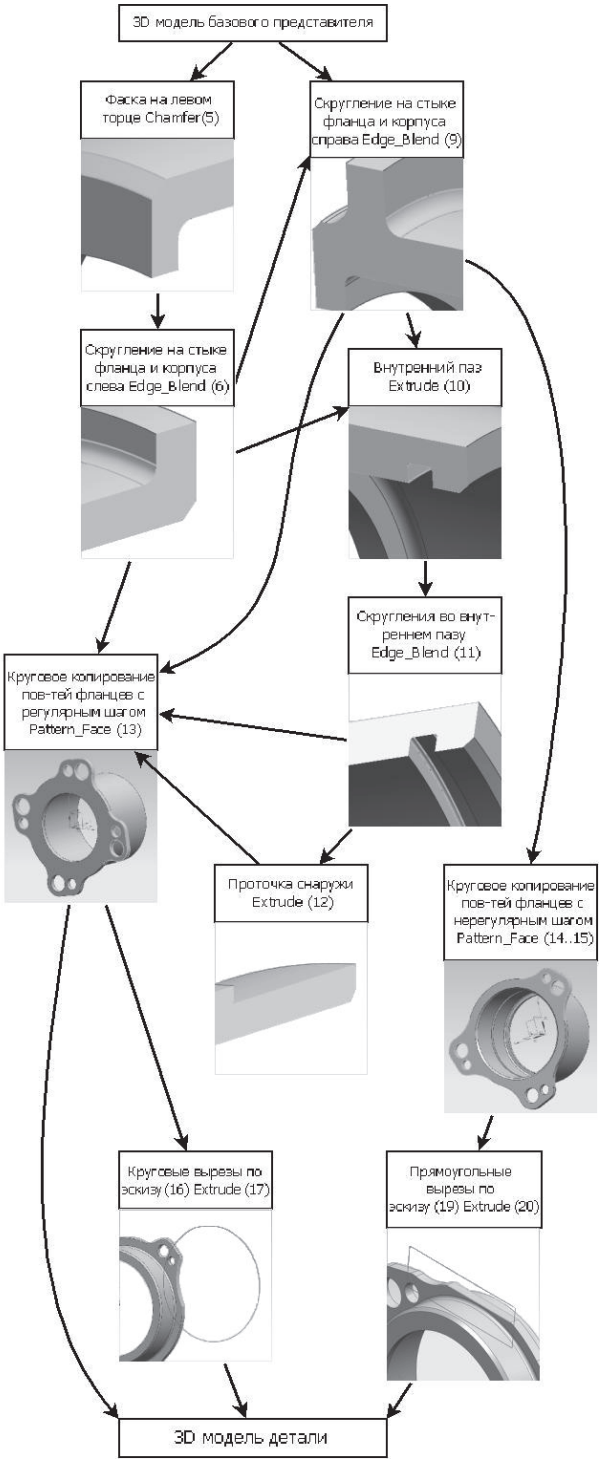


Рис. 10. Алгоритм создания 3D модели стакана

Аналогичное скругление справа Edge_Blend (9) выполняется, когда бурт с фланцами отстоит от правого торца. На многих деталях присутствует внутренний паз Extrude (10) со скруглениями Edge_Blend (11). Окружное положение фланцев в большинстве случаев имеет регулярный шаг и выполняется функцией Pattern_Face (13). Для расположения фланцев с различными угловыми шагами используются функции Pattern_Face (14) и Pattern_Face (15). Наружная проточка Extrude (12) показана на рис. 11в.

У части деталей группы срезается часть материала с наружного бурта и фланцев. Они имеют округлую Extrude (17) или прямоугольную форму Extrude (20) и выполняются по вспомогательным эскизам. Деталь с прямоугольными вырезами приведена на рис. 11б. Количество фланцев может быть различно и задается одним из параметров модели.

Созданная база параметрических 3D моделей создает возможность резкого снижения трудоемкости объемного и плоского геометрического моделирования за счет выбора из нее данных параметрических моделей деталей с нужной конфигурацией и автоматическому изменению их размеров до требуемых значений.

Одновременно с этим повышается качество процесса проектирования за счет точного построения геометрии соединений, появляется возможность инженерного анализа в среде CAE систем, возможность оптимизации конструкции на этой основе, возможность осознанного формулирования, назначения и уточнения технических требований на сборку и изготовление отдельных деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. NX для конструктора-машиностроителя / *П.С. Гончаров, М.Ю. Ельцов, С.Б. Коршиков, И.В. Лаптев, В.А. Осиюк*. М.: ДМК Пресс, 2010. 504 с.

REALISATION OF TECHNIQUE OF CREATION 3D PARAMETRIC MODEL OF GTE STANDARD PARTS

© 2013 A.I. Ryazanov, A.V. Urlapkin, L.A. Chempinskiy

Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

Developed a method of creation of 3D parametric models in complex software environment SIEMENS NX. Consider creating parametric models of standard parts using a Microsoft Excel spreadsheet and 3D models of integrated representative. On the basis of the developed technique created a database of parametric models of some typical GTE parts.
Keywords: 3D model, family of details, a spreadsheet, an integrated representative, parametric model, the structural element.

Alexandr Ryazanov, Assistant Lecturer at the Machining Materials Department. E-mail: tr05@bk.ru
Alexandr Urlapkin, Master Student.
E-mail: urlapkin@gmail.com
Leonid Chempinsky, Candidate of Technical Science, Professor at the Department of Aircraft Engines Manufacturing.
E-mail: chempinskiy@mail.ru