

Модуль *Automotive Class A* системы CATIA

Сергей Козлов ("ГЕТНЕТ Консалтинг", Москва)



Продолжая знакомство с составными частями системы CATIA (начало см. в *Observer* #4/2002), рассмотрим модуль *Automotive Class A*. Данный модуль ориентирован, главным образом, на автомобильную отрасль и предназначен для создания высококачественных (с точки зрения

внешнего вида) поверхностей – прежде всего, конечно же, формообразующих поверхностей кузова автомобиля.

По функциональным возможностям *Automotive Class A* во многом похож на модуль *Free Style*, но, вместе с тем, есть и важные отличия.

Разговор о модуле *Automotive Class A*, вероятно, необходимо начать с рассмотрения главных критериев, определяющих высококачественные поверхности. После уточнения этих критериев станет более понятно, какие средства и почему используются в системе CATIA для достижения указанных целей.

Рассматривая современные автомобили, помимо общего дизайнерского замысла, можно отметить важные для восприятия нюансы формы – переходы участков поверхностей с большими радиусами кривизны на участки с малыми радиусами, формирование и “растворение” ребер, различные скругления и т.д. Эти нюансы хорошо заметны при игре световых бликов на рассматриваемой поверхности. Кстати сказать, в системе CATIA есть функции, специально моделирующие эти оптические эффекты и позволяющие осуществлять качественный анализ построенных поверхностей.

Типы непрерывности

Что же является определяющим для построения поверхностей объектов, которые, будучи воплощенными в материале, “радуят глаз”? Главным критерием качества кривой или поверхности является её *непрерывность*. Различают несколько уровней непрерывности. Если между двумя фрагментами поверхности существует щель, то такая поверхность прерывиста. Если два фрагмента

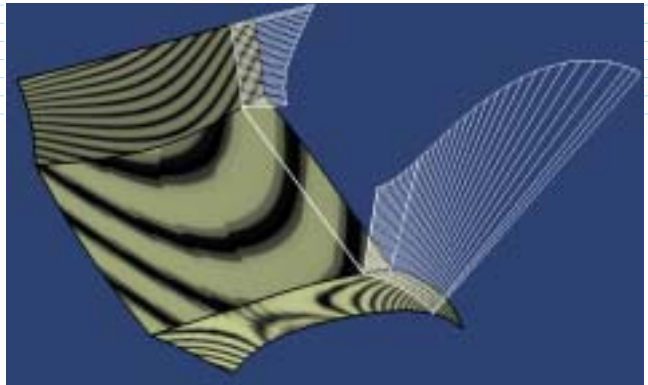


Рис. 1. Непрерывность по координате (G0)

имеют общую кромку (т.е. сопряжены без щели), но при этом данная кромка – это ребро, то мы имеем *непрерывность по координате* (такую непрерывность обозначают G0). В этом случае при переходе через кромку сопряжения координаты непрерывны. Если два фрагмента имеют общую кромку и при этом сопряжены гладко (ребро на поверхности отсутствует), мы получаем *непрерывность по касательной* (непрерывность G1). В этом случае при переходе через кромку сопряжения непрерывными являются координаты и первые производные (касательные). Если два фрагмента имеют общую кромку и при этом сопряжены “гладко с непрерывностью по кривизне” – ребро на поверхности отсутствует, мы имеем *непрерывность по кривизне* (непрерывность G2). В этом случае при переходе через кромку сопряжения непрерывными являются координаты, первые и вторые производные (радиусы кривизны).

Приведенные выше сухие определения можно “оживить” конкретными примерами. На предлагаемых рисунках представлены различные варианты сопряжения. Для иллюстрации того, как будут выглядеть реальные поверхности, использовалась функция *Isophotes Analysis*, моделирующая рефлекторные линии (рефлекторной линией называется геометрическое место на поверхности, в каждой точке которого угол между нормалью к поверхности и заданным направлением является

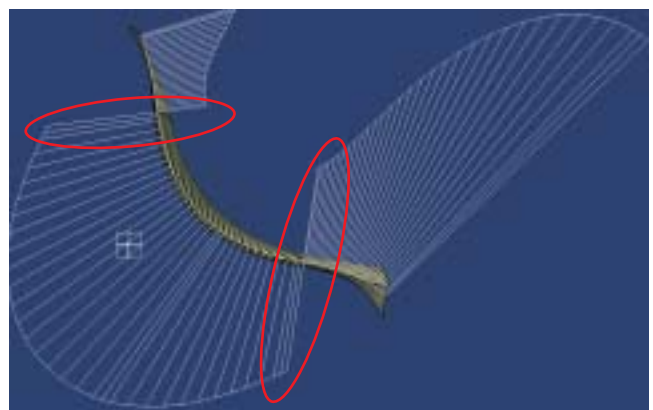
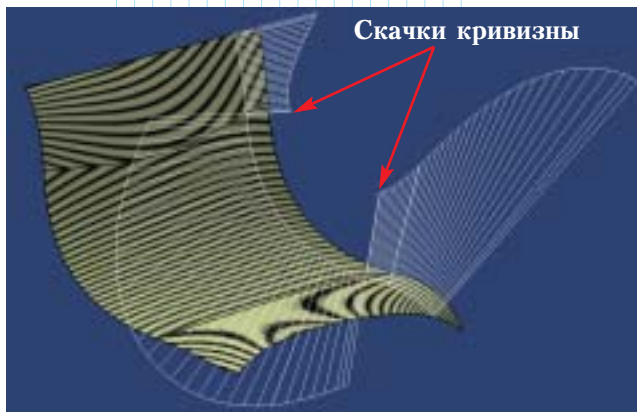


Рис. 2. Непрерывность по касательной (G1)

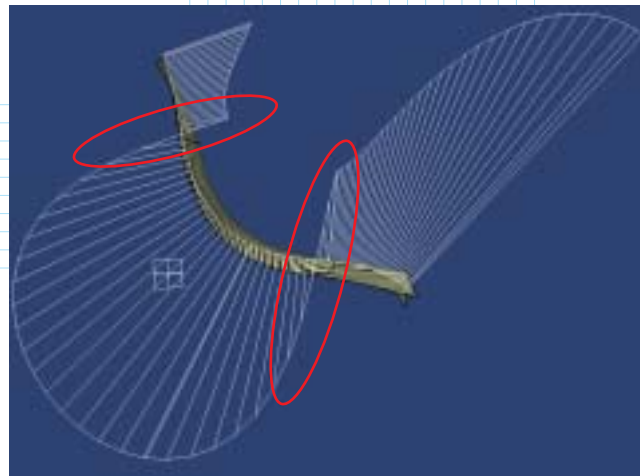
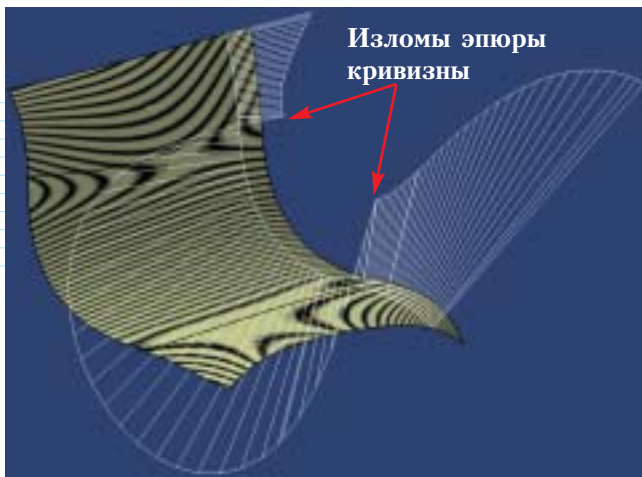


Рис. 3. Непрерывность по кривизне ($G2$)

постоянным). Фактически рефлекторные линии являются математической моделью бликов, которые мы наблюдаем, рассматривая отражения окружающих предметов на полированной криволинейной поверхности. Для иллюстрации характера изменений кривизны использована функция **Sections**, представляющая кривизну (в нашем примере это будет кривизна в точках одного сечения) в виде эпоры.

Первый пример (рис. 1) показывает непрерывность по координате – $G0$. На поверхности хорошо видны изломы по кромкам сопряжения; рефлекторные линии совершенно не согласованы, на эпоре кривизны есть скачки.

Следующий пример (рис. 2) представляет непрерывность по касательной – $G1$. Как видим, изломы по кромкам сопряжения отсутствуют, рефлекторные линии имеют взаимно упорядоченный вид, но по кромкам сопряжения они гладко не стыкуются – это хорошо видно на рисунке. На эпоре кривизны, как и прежде, есть скачки, т.е. точки, в которых значение радиуса кривизны изменяется скачкообразно: слева от точки одно значение, справа – другое.

Третий пример (рис. 3) иллюстрирует непрерывность по кривизне – $G2$. Как и в предыдущем случае, изломы по кромкам сопряжения отсутствуют, рефлекторные линии имеют взаимно упорядоченный вид и

плавно “перетекают” с одного фрагмента поверхности на другой. Именно такую картину можно наблюдать, рассматривая, например, грамотно спроектированный кузов легкового автомобиля. Следует обратить внимание на характер эпоры кривизны – на ней есть хорошо видимые изломы, но нет скачков. Это означает, что кривизна изменяется непрерывно. Для большей наглядности справа представлены малые иллюстрации, на которых показаны проекции плоскости сечения и хорошо виден характер эпоры кривизны.

Разработчики системы **CATIA** не остановились на достигнутом и пошли дальше, разработав средства для обеспечения непрерывности типа $G3$. В этом случае непрерывными являются координаты, а также первая, вторая и третья производные. Внешний вид рефлекторных линий (как хорошо видно на рис. 4) существенно не изменился, но эпора кривизны утратила изломы. Это означает, что кривизна изменяется не только непрерывно, но и гладко.

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что главной задачей при проектировании высококачественных поверхностей является обеспечение непрерывности типа $G2$.

Надо отметить, что математическое ядро системы **CATIA** всегда обеспечивает непрерывность $G2$ внутри одного *патча* (патч – элементарная поверхность,

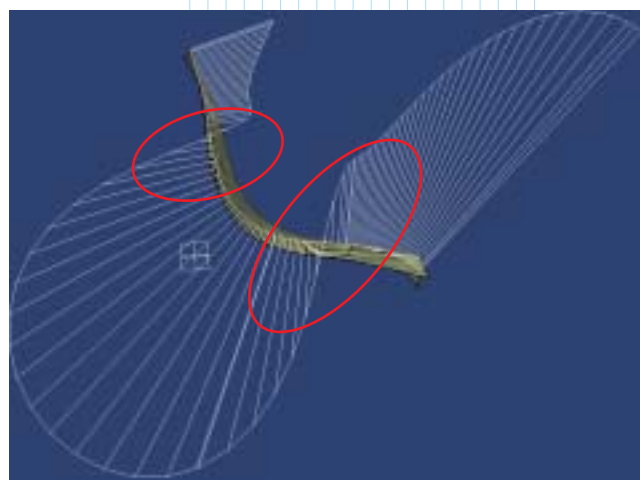
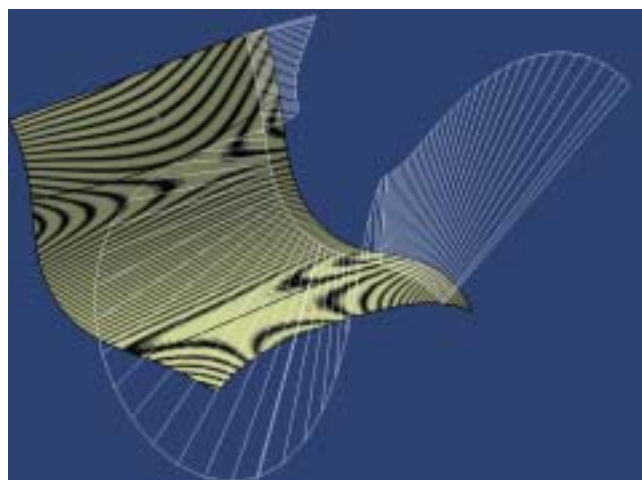


Рис. 4. Непрерывность типа $G3$

имеющая единое математическое описание). Было бы очень хорошо, если бы вся поверхность моделируемого объекта задавалась одним патчем – не существовало бы проблем с непрерывностью. Но практически это нереально – в подавляющем числе случаев при проектировании форм результатом является многопатчевая поверхность. Каким будет характер стыков между патчами – это решение проектировщика, которое он реализует с помощью инструментов системы CATIA.

Организация ассоциативных связей

Прежде чем перейти к рассмотрению функций построения, анализа и модификаций объектов (которые, как уже упоминалось, во многом схожи с функциями модуля *Free Style*), необходимо остановиться на организации ассоциативных связей в *Automotive Class A*. В данном модуле использована оригинальная схема организации ассоциативных связей, которая построена с использованием объектов **Scene**. В процессе выполнения построений создаваемые геометрические объекты сами по себе не ассоциативны и в дереве построений являются объектами без истории. Все действия, которые были выполнены при построении этих объектов, сохраняются в *Scene*. В дереве построений – это отдельная группа объектов. Таким образом, для того, чтобы воспользоваться ассоциативностью и что-либо перестроить, необходимо зайти в *Scene*, выбрать требуемую команду и произвести необходимые действия.

В качестве иллюстрации рассмотрим построение трех поверхностей (рис. 5). В дереве слева они представлены объектами *Surface.5*, *Surface.6*, *Surface.7*. Две крайние поверхности были построены как плоские патчи, которые впоследствии были модифицированы с помощью *Control Points*. В *Scene_01* это действие представлено объектом *Control Points.1*. В дальнейшем эти поверхности были скруглены (объект *Fillet.1* в *Scene_01*), и, таким образом, появилась средняя поверхность. Далее было построено сечение этих поверхностей с анализом кривизны (в *Scene_01* это объект *Sections.1*).

Работа организована таким образом, что все построения можно либо сохранять в одной-единственной *Scene*, либо разбивать по разным. В любом случае ассоциативные связи доступны только в пределах выбранной *Scene*. Выбор осуществляется в меню *Scene* (рис. 5). После выбора необходимой *Scene* становится доступным меню *Commands and Variants*. Выбрав команду, можно осуществлять модификации (все варианты

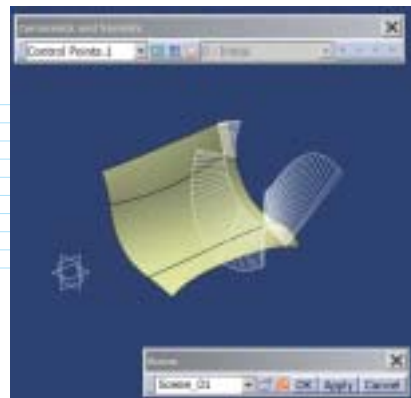
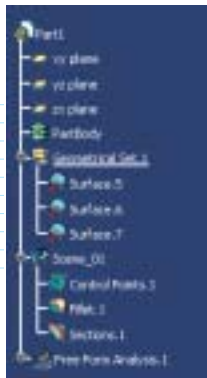


Рис. 5

этих модификаций будут сохранены, и к любому из них можно вернуться, избрав его в качестве окончательного решения. Однако, варианты сохраняются только в течение текущего сеанса работы с данной *Scene*).

Из особенностей ассоциативности модуля *Automotive Class A* можно отметить, что объекты в *Scene* можно удалять. В этом случае соответствующие геометрические объекты не пострадают – они просто лишаются связей и в дальнейшем не могут быть модифицированы.

(Продолжение следует)



Advanced
PARTNER
DS
CATIA

**Компания HetNet –
ведущий бизнес-партнёр IBM,
предлагает:**

**внедрение CATIA-SmarTeam-ENOVIA и
обучение современной методологии
проектирования и управления жизненным циклом
продукции, основанные на признанных решениях компаний
IBM/Dassault Systèmes:**

- ✓ **CATIA** – для автоматизации проектирования изделий любой сложности;
- ✓ **TeamPDM-SmarTeam** – для управления процессами создания новой техники в концепции управления жизненным циклом изделий;
- ✓ **DELMIA** – система для моделирования и анализа технологических процессов;
- ✓ **ENOVIA** – для интеграции данных различных существующих промышленных CAD/CAM-систем и моделирования жизнедеятельности человека в условиях взаимодействия со сложными современными системами и комплексами.



111024, Москва, а/я 32 HetNet
тел./факс: (095) 742-57-88/89/90
www.hetnet.ru, www.catia.ru, www.smarteam.ru

Модуль *Automotive Class A* системы *CATIA*

(Продолжение. Начало в #4/2005)

Сергей Козлов ("ГЕТНЕТ Консалтинг", Москва)



Завершив краткое рассмотрение принципов организации ассоциативных связей в модуле *Automotive Class A*, обратимся теперь к его функциям. Какими же инструментами обеспечивает проектировщика этот модуль для решения задачи создания высококачественных поверхностей?

Однопатчевые поверхности

Пожалуй, в числе первых следует назвать функции построения *однопатчевой поверхности* по четырем точкам **4-Point Patch**, а также функцию модификации созданных поверхностей с помощью контрольных точек **Control Points**. Возможности задания форм, заложенные в этих функциях, основаны на работе с однопатчевой поверхностью и позволяют проектировщику изменять её форму, манипулируя контрольными точками. Таким образом реализуются самые различные локальные изменения формы поверхности. В какой-то степени это моделирует привычную для дизайнеров лепку модели кузова из технической пластилина (аналогичный подход использован и в модуле *Free Style*).

При построении однопатчевой поверхности (рис. 6, 7) прежде всего задается степень полиномов (*Order*) по направлениям *U* и *V* (таким же будет и количество контрольных точек по соответствующим направлениям). Желтые перекрестия на рис. 7 собственно и являются контрольными точками (*Cross*). Модификация поверхности осуществляется путем их захвата и перемещения в различных системах отсчета, задаваемых параметром *System* (к примеру, в плоскости, параллельной плоскости экрана; в плоскости, параллельной плоскости *XU*; в плоскости,

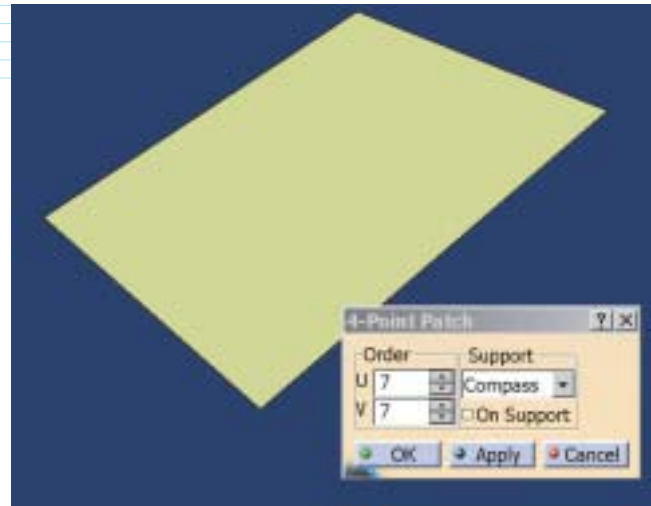


Рис. 6

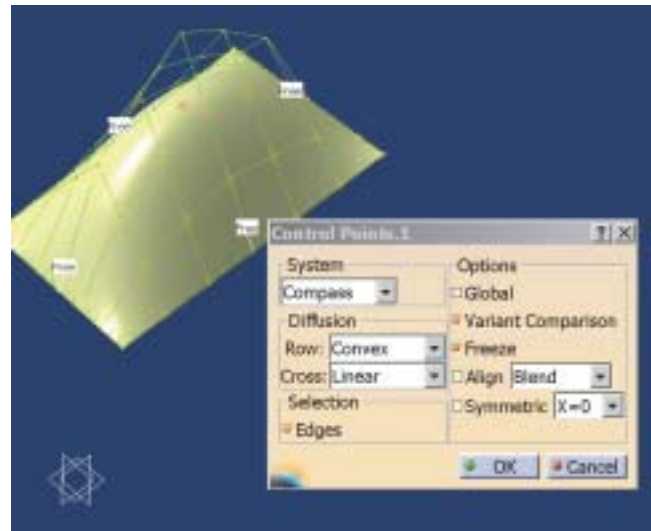


Рис. 7

Дорогие друзья!

Примите от сотрудников компании "ГЕТНЕТ Консалтинг" и меня лично искренние поздравления всего коллектива редакции журнала "CAD/CAM/CAE Observer" с пятилетним юбилеем.

С первых номеров журнала зародилось наше плодотворное сотрудничество.

Ваш журнал – один из немногих, многосторонне освещающих идеологию и проблематику автоматизации проектирования и управления жизненным циклом изделий различного назначения.

Приятно отметить, что сотрудники редакции "CAD/CAM/CAE Observer" находят время и для живого общения со специалистами и читателями как на выставках и конференциях, так и непосредственно на предприятиях. Высокий профессионализм и доскональное знание предмета делает журнал интересным и полезным для самой широкой читательской аудитории, пользуется заслуженным авторитетом у специалистов.

Пусть вам сопутствует удача, а все ваши дела будут успешными и плодотворными! Желаем вам доброго здоровья, творческого роста и личного благополучия!

Павел Сергеевич Голдовский, руководитель департамента PLM, ГЕТНЕТ Консалтинг



параллельной плоскости компаса; нормально к поверхности; по линиям сетки контрольных точек). Захватывая участок сетки, показанный линией (*Row*) зеленого цвета, мы осуществляем захват соответствующего ряда контрольных точек. При этом можно использовать клавиши *Ctrl* и *Shift* в традиционном режиме множественного выбора.

Таким образом, вполне очевидно, что средства выбора зоны модификации являются очень развитыми. Если к этому добавить возможность выбора законов распространения перемещений на соседние с выбранной точкой вершины (рис. 8), то получается достаточно гибкий инструмент.

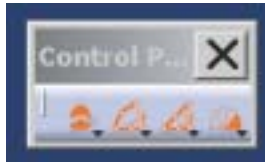


Рис. 8

Дополнительные опции предлагает правая часть меню *Control Points* (рис. 7):

- *Global* – позволяет манипулировать с несколькими сопряженными патчами как с одним целым.
- *Variant Comparison* – отражает предыдущее состояние сетки контрольных точек.
- *Freeze* – управляет состоянием кромок при манипуляциях.
- *Align* – позволяет выравнивать контрольные точки согласно различным принципам.

Функции для работы с кривыми

Представленная выше функция построения однопатчевой поверхности по четырем точкам *4-Point Patch* позволяет работать без использования линий. Но практически без линий в работе не обойтись. Поэтому модуль *Automotive Class A* содержит эффективный набор функций по созданию, анализу и модификации кривых. Поскольку журнальная статья не предполагает подробного описания всех возможностей и нюансов работы данного модуля (это прерогатива учебных материалов), мы рассмотрим только наиболее важное и интересное.

Curve Creation – функция построения кривой. При построении кривой она может проходить точно через указанные точки, аппроксимировать их, либо быть задана посредством контрольных точек аналогично кривой Безье (рис. 9).

Curve On Surface – функция построения кривой на поверхности. Работа этой функции аналогична предыдущей. Отличие состоит в том, что все построения осуществляются на поверхности (рис. 10).

Iso-Curve – функция построения кривой на поверхности как *изолинии* (рис. 11).

Curve On Analysis – функция построения кривой на основе результатов анализа качества поверхности с использованием таких функций, как *Sections* (сечения), *Reflections*

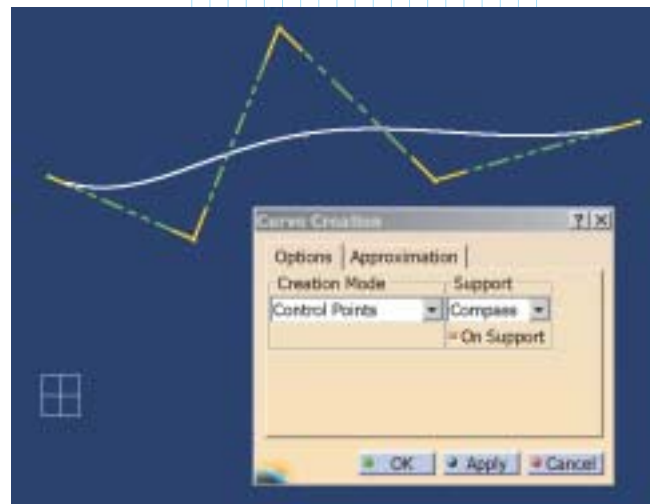
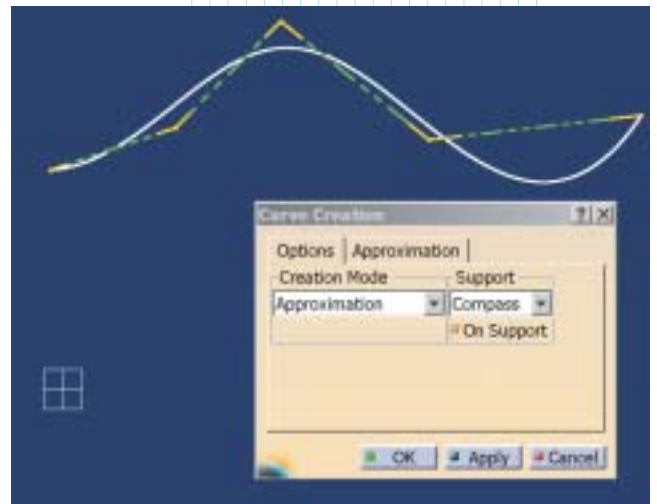
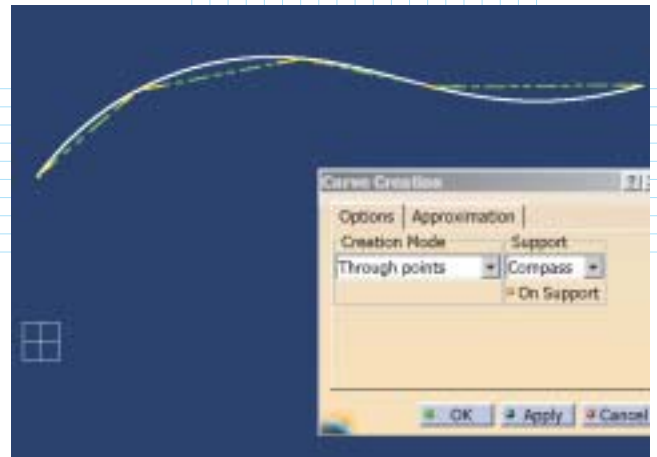


Рис. 9

(рефлекторные линии), *Inflections* (линии точек перегиба) и *SSI* (*Set of Surfaces Intersection* – набор сечений поверхностей). Однажды созданные, эти линии в дальнейшем уже не зависят от породивших их функций анализа.

Project Curves – функция построения кривой как проекции исходной кривой на

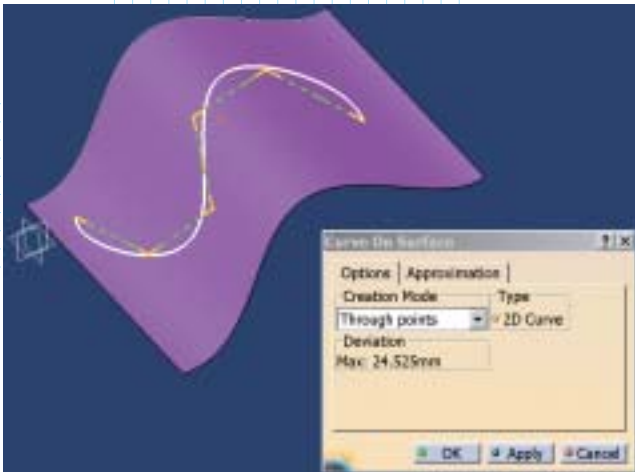


Рис. 10

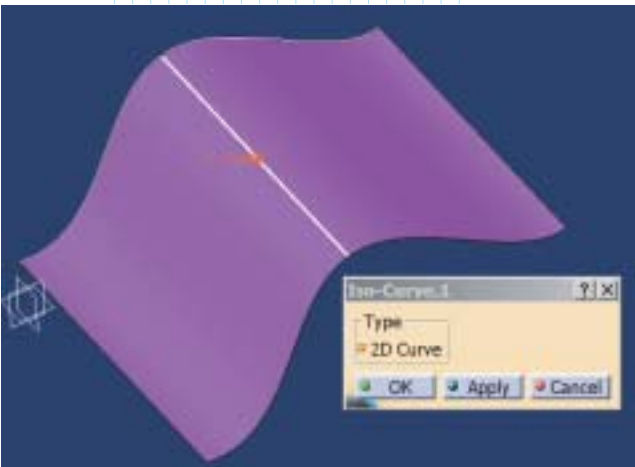
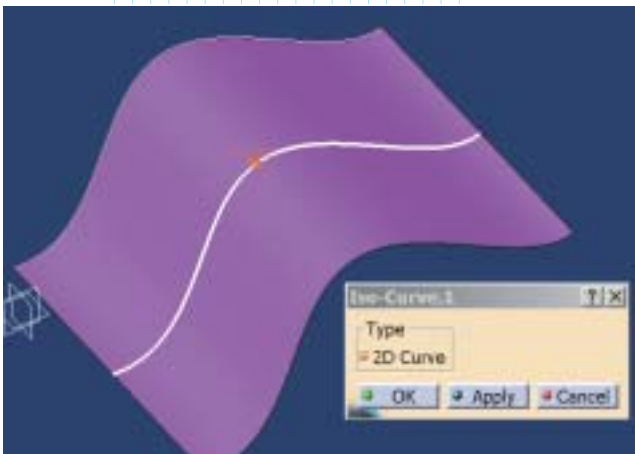


Рис. 11

поверхность. Возможны различные варианты проецирования:

- По нормали к поверхности.
- По нормали к плоскости экрана.
- По нормали к главной плоскости *компас* (рис. 12). Подробно работа этого инструментального средства



Рис. 12

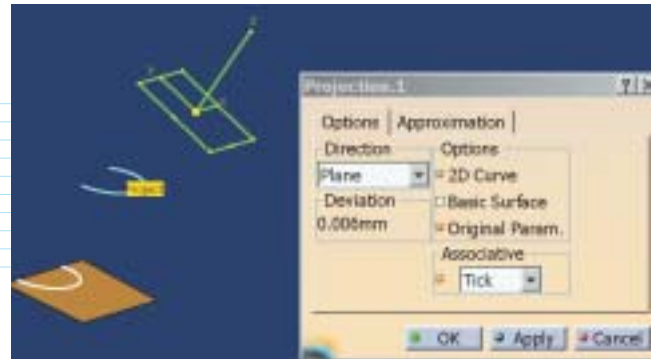


Рис. 13

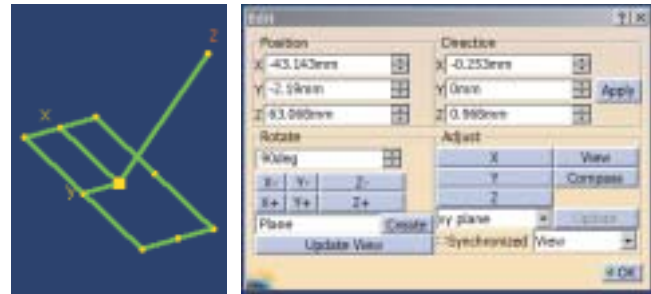



Рис. 14

описана в статье “Средства для разработки дизайна в CATIA V5” (*Observer #4/2002*).

- Вдоль оси Z вспомогательной системы координат *Plane tool* (рис. 13). Надо отметить, что *Plane tool* – одно из гибких средств модуля *Automotive Class A* для позиционирования при построении, позволяющее задавать положение элементов создаваемых объектов как при помощи мыши, так и посредством ввода числовых значений (рис. 14). 

(Продолжение следует)




**Компания HetNet –
ведущий бизнес-партнёр IBM,
предлагает:**

внедрение CATIA-SmarTeam-ENOVIA и обучение современной методологии проектирования и управления жизненным циклом продукции, основанные на признанных решениях компаний IBM/Dassault Systèmes:

- ✓ **CATIA** – для автоматизации проектирования изделий любой сложности;
- ✓ **TeamPDM-SmarTeam** – для управления процессами создания новой техники в концепции управления жизненным циклом изделий;
- ✓ **DELMIA** – система для моделирования и анализа технологических процессов;
- ✓ **ENOVIA** – для интеграции данных различных существующих промышленных CAD/CAM-систем и моделирования жизнедеятельности человека в условиях взаимодействия со сложными современными системами и комплексами.




111024, Москва, а/я 32 HetNet
тел./факс: (095) 742-57-88/89/90
www.hetnet.ru, www.catia.ru, www.smarteam.ru

Модуль *Automotive Class A* системы *CATIA*

(Продолжение. Начало в ## 4,5/2005)

Сергей Козлов ("ГЕТНЕТ Консалтинг", Москва)



Offset Curve – функция построения офсетной кривой (рис. 15). Для кривой в пространстве направление и величина смещения эквидистантной кривой могут быть заданы по нормали к главной плоскости *компас*, по нормали к плоскости экрана или же вдоль оси *Z* вспомогательной системы координат *Plane*

tool. При этом по краям исходной кривой значения офсета могут быть различными (рис. 15). Для кривой, лежащей на поверхности (или для кромки поверхности), кроме перечисленных способов сдвига доступна опция *On Surface*. В этом случае построение результирующей кривой осуществляется на поверхности, при этом расстояние офсета отсчитывается либо по поверхности (когда опция *Chordal* выключена), либо по хорде (опция *Chordal* – включена)

Следует обратить внимание и на интересную опцию **2D Curve**. Контрольные точки кривой, построенной при помощи этой опции, всегда лежат на поверхности, на которую была спроецирована исходная кривая. Опция *2D Curve* встречается и в других функциях, но её смысл остается неизменным – указанная связь с поверхностью.

Blend Curves – функция построения кривой, соединяющей две исходные кривые (рис. 16). При этом возможно задание различных условий непрерывности в точках сопряжения (*G0*, *G1*, *G2*).

Манипулируя длиной белых стрелок, можно изменять параметр, называемый натяжением, который определяет форму сопрягающей кривой. Данная функция реализована достаточно традиционно для *CAD*-систем.

Break Curves – функция разбиения исходной кривой на части с помощью явно или

явно заданных объектов разбиения. Эта функция тоже традиционна для *CAD*-систем. Интересная особенность – возможность обрезки непересекающихся кривых. В этом случае опция *Direction* задает направление, вдоль которого определяется минимальное расстояние между кривыми, а ближайшие друг к другу точки на каждой кривой и являются точками обрезки.

Styling Corner – функция создания скруглений (рис. 17), которая находится в разделе *Others Toolbars* (другие инструментальные средства), так как изначально принадлежала модулю *Free Style*. Она интересна тем, что при единственном числовом параметре (*Radius*) обеспечивает построение сопряженных скругляющих кривых с непрерывностью *G2* (по кривизне), что является главным требованием при создании высококачественных поверхностей. Кривая может быть построена так, что часть скругления (на рисунке это сегмент между двумя прямыми) будет дугой окружности заданного в исходных данных радиуса, а участки, непосредственно прилегающие к исходным кривым, будут обеспечивать непрерывность по кривизне. При этом точки сопряжения названных участков кривой (на рисунке – точки зеленого цвета), а также точку центра окружности, можно динамически смещать с помощью мыши. Красным цветом показана эпора кривизны.

Завершая краткий рассказ о функциях построения кривых, необходимо остановиться на присутствующей во многих меню закладке **Approximation** – тем более, что она будет использована и во многих функциях построения поверхностей (рис. 18). В отличие от модуля *Generative Shape Design (GSD)*, в котором пользователю закрыт доступ к управлению внутренней структурой создаваемого объекта (нельзя задать количество сегментов, степень полиномов и точность аппроксимации – **Segments**, **Order**,

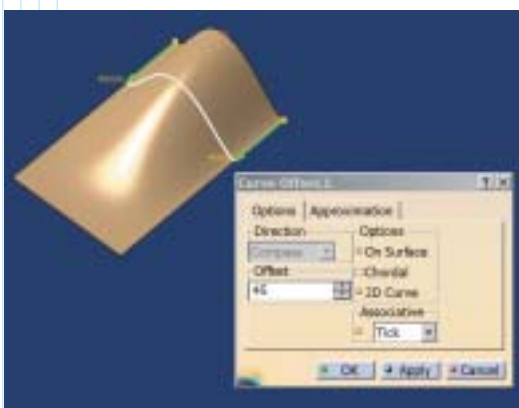
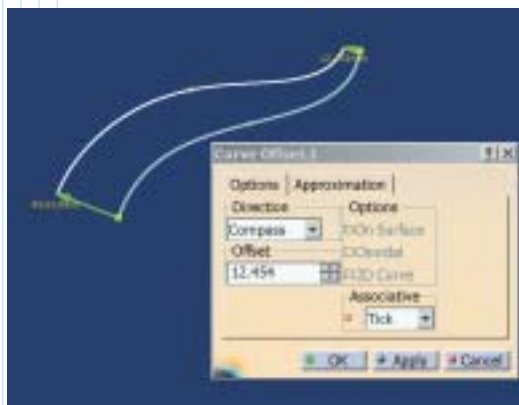


Рис. 15



Рис. 16

Tolerance), в модуле *Automotive Class A* все эти параметры доступны. Это обстоятельство, с одной стороны, усложняет работу пользователю (в модуле *GSD* значения *Segments* и *Order* определяются программно, а точность аппроксимации принимается равной 0.001 mm), а с другой – дает возможность дополнительного маневра при создании сложных форм. Манипуляции с названными параметрами позволяют добиться желаемого результата, к примеру, за счет уменьшения точности аппроксимации (когда это допустимо) или же оптимизировать структуру создаваемого объекта, уменьшая количество сегментов и/или степень полинома, если при этом обеспечивается желаемая точность. Охарактеризовать все случаи возможного применения этих параметров крайне трудно – геометрические задачи, которые приходится решать проектировщику поверхностей, отличаются большим разнообразием.

Итак, что же находится в окне *Approximation*? Прежде всего, это поле *Type*, где можно выбрать принцип задания всех названных параметров. Возможные варианты:

- *Fix* – принимаются заданные в полях *Segments* и *Order* числовые значения. При этом поле *Tolerance* неактивно, т.е. управление точностью аппроксимации отсутствует.

- *Limited* – принимаются заданные в *Segments* и *Order* числовые значения. Поле *Tolerance* активно, и при выполнении построений система ведет расчеты для достижения заданной точности. Значение *Segments* служит верхним пределом, и если заданная точность может быть достигнута при меньшем количестве сегментов, то система так и поступит.

- *Tolerance* – принимается заданное в поле *Order* значение. Поле *Segments* неактивно. В этом случае при выполнении построений также осуществляется расчет точности, а значение *Segments* варьируется в пределах до 100. Как и в предыдущем случае, используется минимальное количество

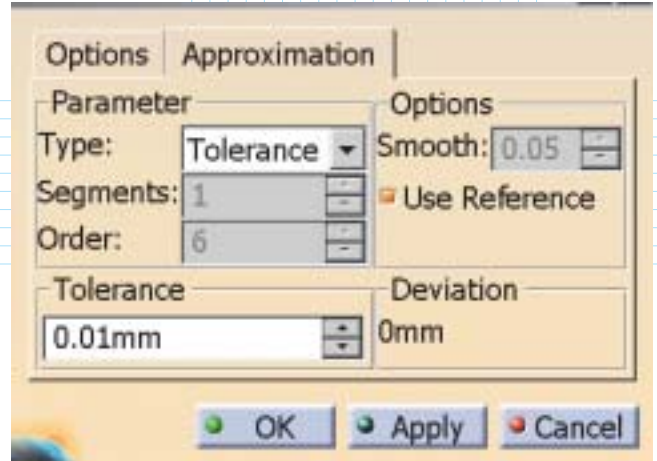


Рис. 18

сегментов, удовлетворяющее заданному значению точности.

Параметр *Deviation* показывает значение девиации, если указанная пользователем точность не может быть достигнута при заданных значениях *Segments* и *Order*.

Все рассмотренные принципы задания параметров реализуются при выключенной опции

Use Reference. Будучи включенной, она определяет в качестве значений *Segments* и *Order* вновь создаваемого объекта аналогичные значения исходного объекта. Например, при построении проекции кривой значения *Segments* и *Order* будут заимствованы из проецируемого оригинала.

В верхней правой части окна *Options* расположено поле, где вводится значение параметра сглаживания *Smooth* (если оно равно нулю, сглаживание не производится). Не изменяя значения *Segments* и *Order*, операция сглаживания позволяет создать объект с лучшим распределением контрольных точек и, следовательно, более качественной формы. ☹

(Продолжение следует)

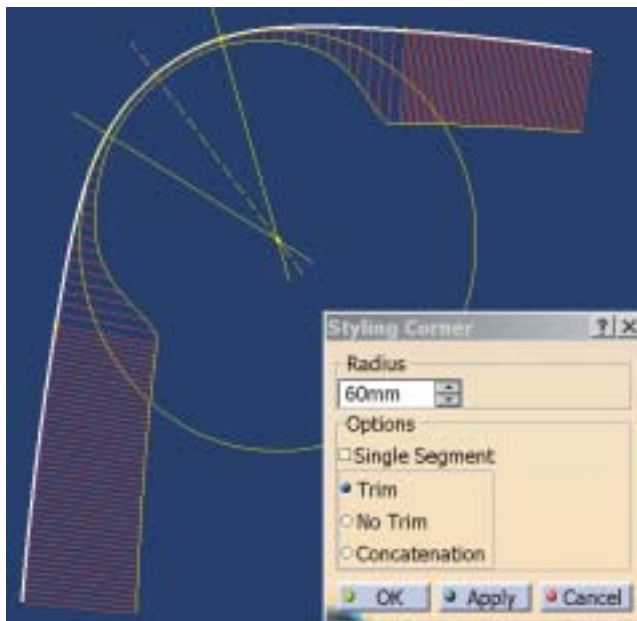


Рис. 17

**Компания HetNet –
ведущий бизнес-партнёр IBM,
предлагает:**

внедрение CATIA-SmarTeam-ENOVIA и обучение современной методологии проектирования и управления жизненным циклом продукции, основанные на признанных решениях компаний IBM/Dassault Systèmes:

- ✓ **CATIA** – для автоматизации проектирования изделий любой сложности;
- ✓ **TeamPDM-SmarTeam** – для управления процессами создания новой техники в концепции управления жизненным циклом изделий;
- ✓ **DELMIA** – система для моделирования и анализа технологических процессов;
- ✓ **ENOVIA** – для интеграции данных различных существующих промышленных CAD/CAM-систем и моделирования жизнедеятельности человека в условиях взаимодействия со сложными современными системами и комплексами.



111024, Москва, а/я 32 HetNet
тел./факс: (495) 995-25-00/01
www.hetnet.ru, www.catia.ru, www.smarTEAM.ru

Модуль *Automotive Class A* системы *CATIA*

(Продолжение. Начало в ## 4÷6/2005)

Сергей Козлов ("GETNET Консалтинг", Москва)



Завершив краткое рассмотрение функций работы с кривыми модуля *Automotive Class A*, рассмотрим функции построения поверхностей.

Функции построения поверхностей

Ранее уже была представлена функция построения *однопатчевой* поверхности по четырем точкам *4-Point Patch*. Модуль *Automotive Class A* содержит функцию построения *однопатчевой* поверхности по кривым ***Patch from Curves***. В зависимости от количества выбранных кривых построение осуществляется по двум, трем или четырем кривым (рис. 19÷21).

Построенные таким образом поверхности могут быть модифицированы с помощью контрольных точек *Control Points* (об этой функции было рассказано в предыдущей части статьи).

Flange – функция построение поверхности фланца (кромки) по ссылочной кривой (рис. 22).

Данная функция позволяет построить линейчатую поверхность, проходящую через ссылочную кривую. В качестве ссылочной кривой может быть использована *3D-кривая* или кривая, лежащая на поверхности (*2D-кривая*), а также кромка поверхности. Для задания ориентации и линейного размера создаваемого фланца служат манипуляторы (на рис. 22 – объекты желтого цвета).

Кроме того, линейный размер (*Length*) и угол (*Angle*) можно задать в соответствующих полях диалогового окна *Flange* (закладка *Options*).

Параметр *Alignment* служит для выбора различных способов отсчета угла ориентации поверхности. Включение опции *Basic Surface* дает возможность строить фланец по длине всей кромки

поверхности в случае, если поверхность была обрезана.

Набор значений в выпадающем списке параметра *Feature Modeling* позволяет даже после радикальной модификации построенного фланца (например, с помощью функции *Control Points*), выполнять дальнейшие работы с ним именно как с фланцем. Это означает, что система хранит все ассоциативные связи объекта, несмотря на то, что по своей форме он может уже отличаться от формы фланца. Для него будут по-прежнему доступны манипуляции с изменением угла (*Angle*) и длины (*Length*) фланца.

Выбор режима *Constrained* в поле *Feature Modeling* обеспечивает ассоциативную связь построенного фланца с кромкой поверхности, на которой он был построен: при её модификации таким же образом будет изменяться и фланец.

Опция *Keep parameterisation* позволяет сохранить параметризацию построенного фланца такой же, как параметризация кромки поверхности, на которую он опирается.

Опция *Plane alignment* обеспечивает выравнивание контрольных точек поверхности фланца в плоскость (подробнее о контрольных точках было рассказано в предыдущей части статьи).

Параметр *Associative* отвечает за режим отображения манипуляций мышью на экране: если задать *Tick*, изменения отображаются по окончании манипуляции, если *Tick* – непрерывно.

Содержание закладки *Approximation* было подробно рассмотрено в предыдущей части статьи.

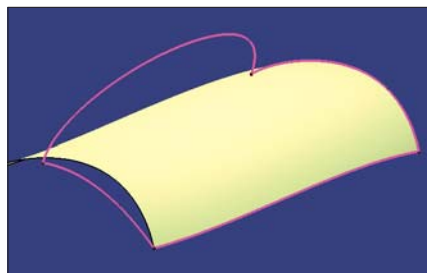


Рис. 19

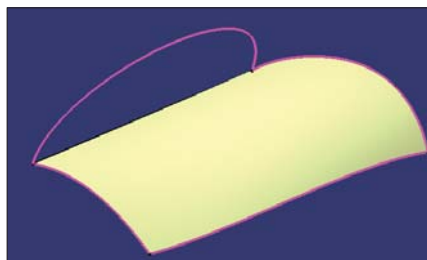


Рис. 20

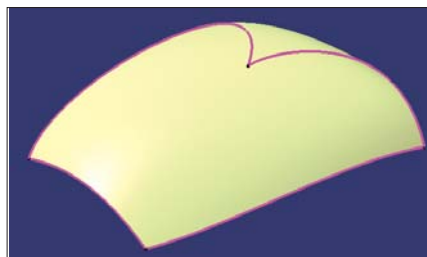


Рис. 21

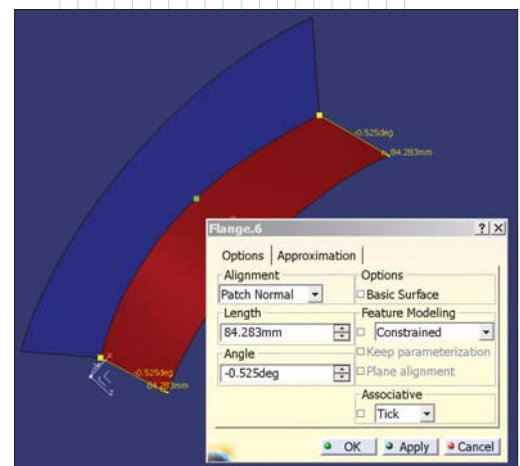


Рис. 22

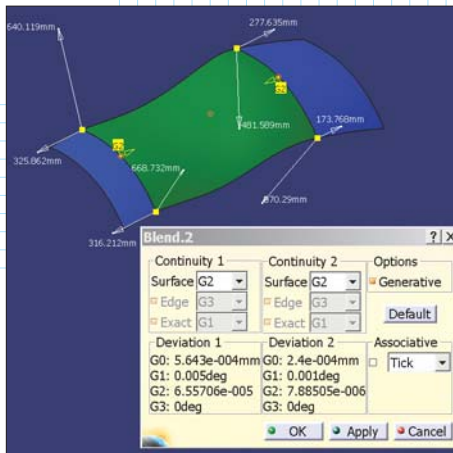


Рис. 23

Blend – функция построения поверхности, соединяющей кромки двух поверхностей или линии, лежащие на этих поверхностях (рис. 23). Такая функция, в общем-то, традиционна для CAD-систем, но предлагаемая реализация имеет ряд особенностей.

В режиме, с активизированным параметром *Generative* возможно такое построение поверхности, когда её сопряжение с исходными поверхностями будет непрерывно по координате ($G0$), по касательной ($G1$) или по кривизне ($G2$). Для выбора нужного типа непрерывности служат поля *Surface* в областях *Continuity 1* и *Continuity 2*. Следует отметить, что в этом режиме, реализуя выбранный способ сопряжения ($G0$, $G1$, $G2$), система позволяет проектировщику управлять формой создаваемой поверхности с помощью манипуляторов, расположенных по её углам (белые стрелки на рис. 23). При этом горизонтальные стрелки позволяют управлять натяжением (степенью влияния прилегающей поверхности), а вертикальные – кривизной поверхности.

На рис. 24 красные эпюры – это графики кривизны в трех сечениях исходных и *blend*-поверхностей. Управляя этими манипуляторами, можно получить желаемую форму. На рис. 25 показано, как с помощью управления натяжением и кривизной формируется плавная эпюра кривизны на границе исходной поверхности и *blend*-поверхности.

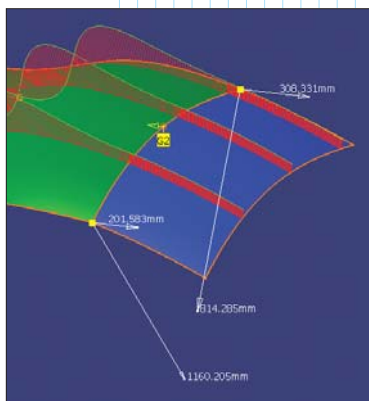


Рис. 25

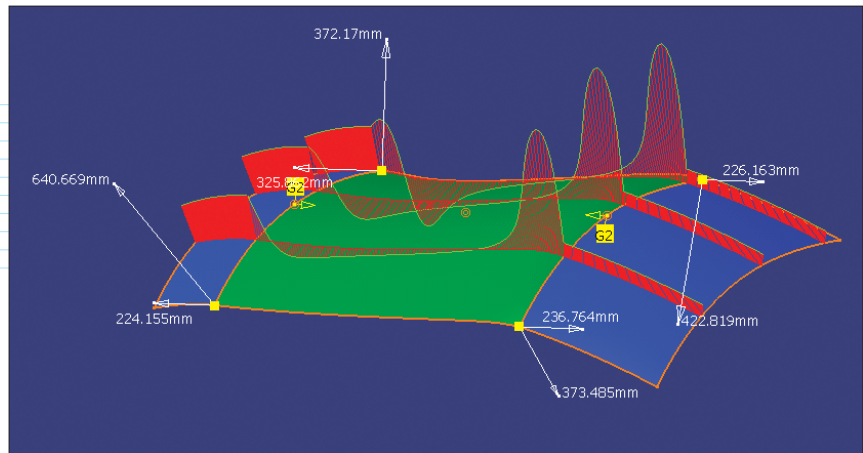


Рис. 24

Сопряжение по кривизне при этом реализовано изначально, а манипуляции натяжением и кривизной дали нам желаемую форму *blend*-поверхности.

Следует отметить, что данный режим работы не позволяет управлять сопряжением торцевых кромок исходных поверхностей и кромок *blend*-поверхности. Если же *Generative* деактивизировать, становятся доступны окна *Edge* и *Exact* и отключается управление посредством натяжения и кривизны. В этом режиме с помощью задания типа сопряжения ($G0$, $G1$, $G2$, $G3$) можно управлять сопряжением торцевых кромок (поля *Edge* на рис. 26). Кроме этого, возможно создать сопряжение с непрерывностью по третьей производной ($G3$) как по кромкам, так и по сопрягаемым поверхностям. Иллюстрация этого режима представлена на рис. 26. Тип сопряжения представлен в квадратах в районе кромок. Если сопряжение может быть реализовано в пределах заданной точности, то цвет квадратов желтый, в противном случае – красный. В том случае, если заданная точность не обеспечивается, расчет осуществляется поэтапно, повторным нажатием *Apply* – вплоть до достижения требуемой точности (при этом цвет квадрата изменяется с красного на желтый). Достигнутая при расчете точность (*Deviation 1* и *Deviation 2*) отображается в нижней части окна. Эпюры кривизны показывают характер сопряжения поверхностей ($G3$). На переднем плане представлена эпюра кривизны кромок. Видно, что в данном примере и кромки сопряжены с непрерывностью $G3$.

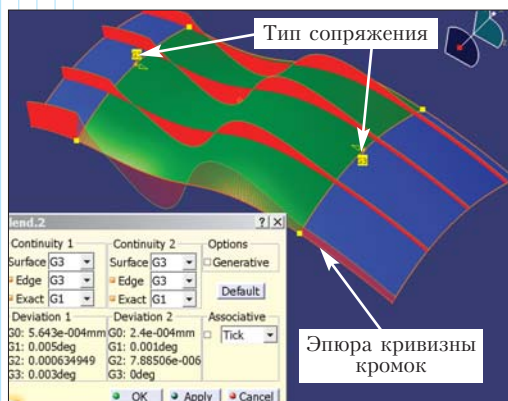


Рис. 26

Fill – функция построения поверхности, заполняющей замкнутое пространство, ограниченное кривыми и (или) кромками поверхностей. Эту функцию также можно считать традиционной, но и она обладает специфическими особенностями, присущими модулю *Automotive Class A*.

В желтых квадратах, расположенных по кромкам

будущей поверхности (рис. 27) показаны способы сопряжения. С помощью правой кнопки мыши их можно изменять ($G0$, $G1$, $G2$). В случае четырехугольной топологии, поверхность будет построена как одно целое в рамках заданных кромок. Если же топология создаваемой поверхности отлична от четырехугольной, то могут

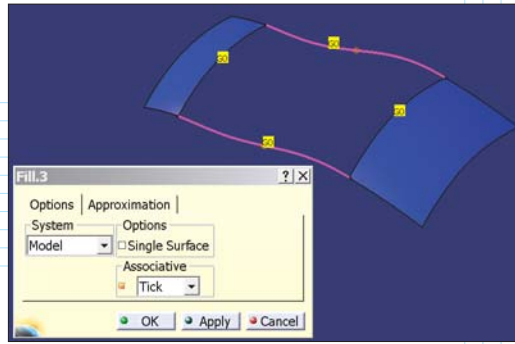


Рис. 27

Fill-поверхности. Система отсчета, в которой движется эта точка, задается в окне поле *System*. Это может быть перемещение параллельно плоскости экрана (*View*), параллельно плоскости XU системы координат модели (*Model*) или плоскости XU компаса (*Compass*).

При включении опции *Single Surface* поверхность

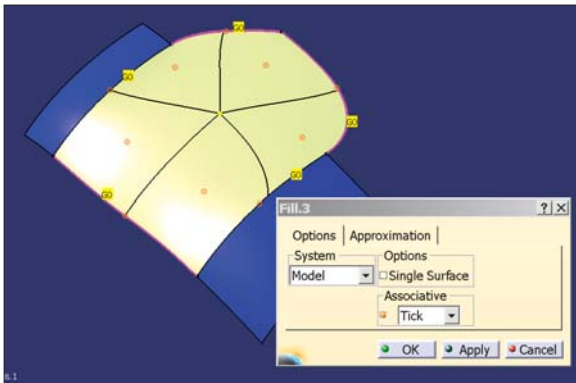


Рис. 28



Рис. 29

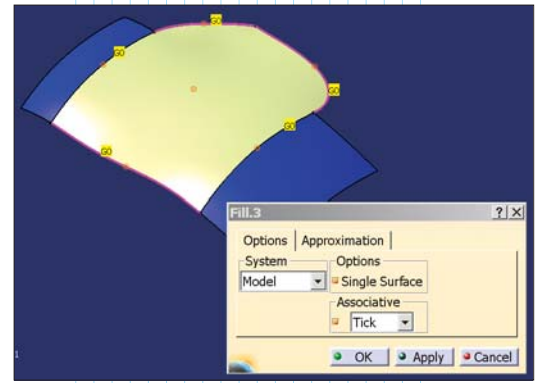


Рис. 30

быть реализованы два режима построения. В режиме, когда опция *Single Surface* выключена, поверхность *Fill* будет состоять из нескольких состыкованных поверхностей (рис. 28), количество которых будет зависеть от числа кромок.

Наш пример (рис. 28) иллюстрирует ситуацию, когда число этих поверхностей равно пяти. В дереве построений они представлены как независимые поверхности (рис. 29). Тем не менее, между собой они состыкованы по координате ($G0$) и касательной ($G1$). В центре этой системы поверхностей имеется желтая точка, перемещая которую можно управлять формой результирующей

Fill будет представлена одной результирующей поверхностью, но она будет триммирована (обрезана) по линиям границ (рис. 30). Истинный (необрезанный) вид можно увидеть на рис. 31 – поверхность коричневого цвета с четырехугольной топологией. Данный способ построения можно считать удачным, так как в результате получается единственная *Fill*-поверхность с хорошей топологией, проходящая через указанные кривые, а триммирование при этом осуществляется автоматически.

(Продолжение следует)

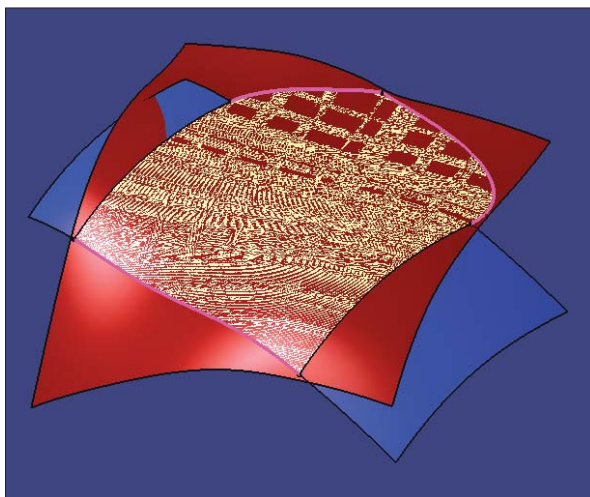


Рис. 31

Компания HetNet –
ведущий бизнес-партнёр IBM,
предлагает:

внедрение CATIA-SmarTeam-ENOVIA и обучение современной методологии проектирования и управления жизненным циклом продукции, основанные на признанных решениях компаний IBM/Dassault Systèmes:

- ✓ **CATIA** – для автоматизации проектирования изделий любой сложности;
- ✓ **TeamPDM-SmarTeam** – для управления процессами создания новой техники в концепции управления жизненным циклом изделий;
- ✓ **DELMIA** - система для моделирования и анализа технологических процессов;
- ✓ **ENOVIA** – для интеграции данных различных существующих промышленных CAD/CAM-систем и моделирования жизнедеятельности человека в условиях взаимодействия со сложными современными системами и комплексами.

111024, Москва, а/я 32 HetNet
тел./факс: (495) 995-25-00/01
www.hetnet.ru, www.catia.ru, www.smarteam.ru

Модуль *Automotive Class A* системы *CATIA*

(Продолжение. Начало в ## 4/2005÷1/2006)

Сергей Козлов ("ГЕТНЕТ Консалтинг", Москва)



Продолжаем рассматривать функции работы с поверхностями, которые предлагает модуль *Automotive Class A* системы *CATIA V5*.

Fillet – функция построения поверхности скругления (рис. 32). Обычно поверхности этого типа получают “прокаткой шарика” – то есть, создается поверхность, “ометаемая” шариком заданного радиуса, который катится вдоль исходных поверхностей, постоянно сохраняя контакт с ними. Этот традиционный способ поддерживается и функцией *Fillet*. Однако, этим её возможности далеко не исчерпываются. Существует целый ряд особенностей в работе функции, обусловленный тем, что традиционный режим построения скругления не обеспечивает сопряжения поверхностей с непрерывностью по кривизне (то есть, *G2*), о чем уже много было сказано в этой статье.

с непрерывностью по кривизне (рис. 35, 36). Различие между *G2* и *G3* можно увидеть при более детальном рассмотрении эпюр кривизны.

Красным цветом на рис. 34÷36 показаны эпюры кривизны одного и того же сечения поверхностей при различных способах сопряжения. Каким образом изменится характер рефлекторных линий (а, следовательно, качество сопряжения) при переходе от скругления с непрерывностью *G1* к скруглению с непрерывностью *G2*, иллюстрирует рис. 37.

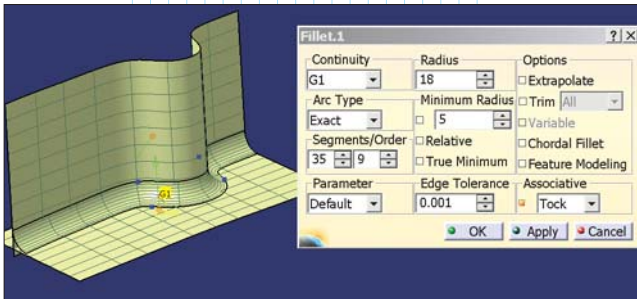


Рис. 32

Итак, рассмотрим наиболее важные особенности функции *Fillet*.

Параметр *Continuity* (который может принимать одно из четырех значений – *G0*, *G1*, *G2* или *G3*) задает характер сопряжения исходных поверхностей и поверхности скругления. Значение *G0* обеспечивает построение линейчатой поверхности (рис. 33). Значение *G1* – это традиционный *Fillet* (рис. 34), а выбор *G2* или *G3* даст сопряжение

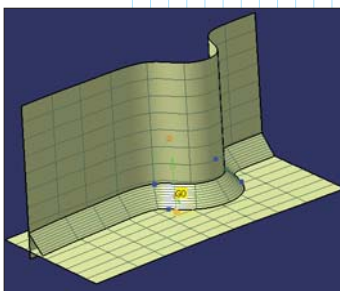


Рис. 33

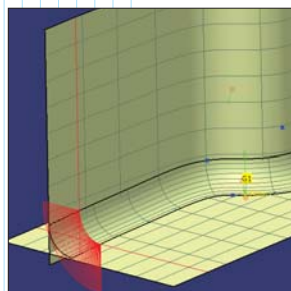


Рис. 34

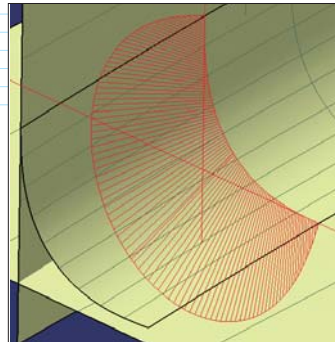


Рис. 35

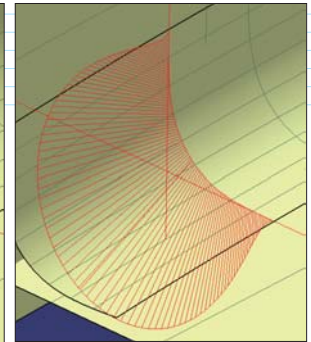


Рис. 36

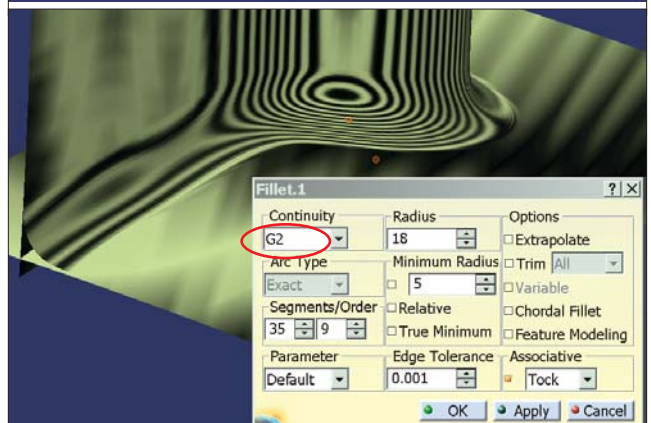
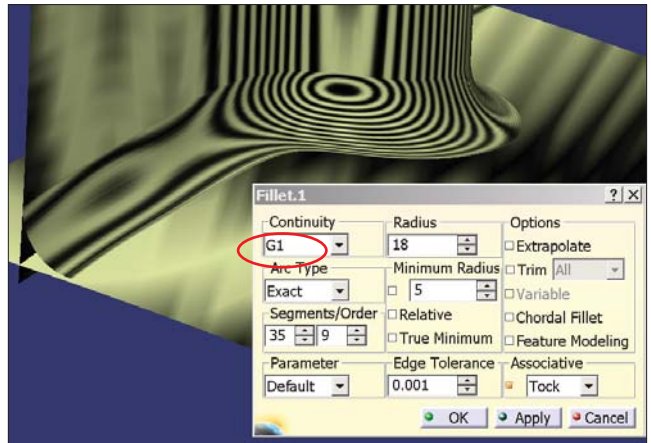


Рис. 37

При выборе *G1* становится доступным поле *Arc Type*, в котором указывается тип аппроксимации поверхности скругления при построении традиционного *Fillet*.

Расположенные рядом поля *Segments/Order* задают количество сегментов и степень полиномов, используемых в описании поверхности скругления в направлении движения сферы.

Поле *Parameter* указывает способ параметризации в направлении движения сферы, которая отвечает за организацию (распределение) изолиний создаваемой поверхности.

В поле *Radius* задается величина радиуса скругления, а в поле *Minimum Radius* – величина минимального радиуса скругления (он применяется только в режиме с непрерывностью *G2*). Именно эти два параметра и позволяют управлять формой поверхности.

На рис. 38 представлено текущее сечение поверхности скругления, иллюстрирующее этот принцип построения. Величина *Radius* (в нашем случае – 22 mm) определяет положение границ поверхности, а величина *Minimum Radius* (5 mm) – задает значение радиуса в середине поверхности скругления. При этом создание поверхности с распределением кривизны, обеспечивающим непрерывность *G2*, выполняется системой автоматически. Показанное на рисунке сечение с радиусом 22 mm при создании поверхности не строится – оно лишь иллюстрирует здесь способ построения.

Функция *Fillet* позволяет создавать поверхности скругления и переменного радиуса. При активации опции *Variable* становится возможным задавать различные значения радиуса вдоль поверхности скругления (рис. 39). На поверхности точки задания значений радиуса выделены желтым цветом. Эти точки могут добавляться и удаляться проектировщиком по его желанию, а также смещаться вдоль создаваемой поверхности. На красных табличках отображается величина девиации кромок созданной поверхности

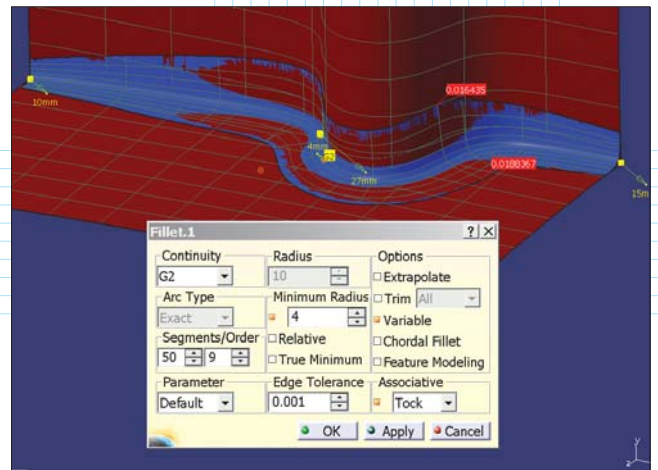


Рис. 39

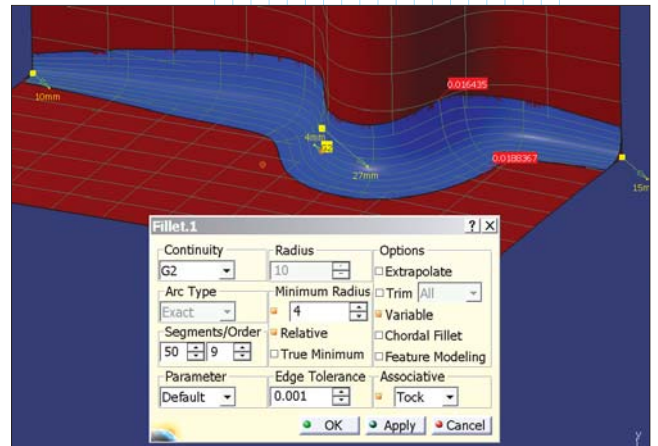


Рис. 40

от исходных поверхностей. При достижении значения менее 0.01 mm эти таблички исчезают.

Переключатель *Relative* позволяет при работе с переменным радиусом вместо одного числового значения (заданного в поле *Minimum Radius*) использовать величину, вычисляемую в долях от значения радиуса в каждой точке задания. При этом коэффициент пропорциональности определяется как отношение самого минимального радиуса к величине, заданной в поле *Minimum Radius*. В нашем примере это будет $10\text{ mm} / 4\text{ mm} = 2.5$.

Проиллюстрируем применение опции *Relative* (рис. 39, 40). Величина *Minimum Radius*, равная 4 mm , оказалась мала для средней части поверхности – в этом месте, как это хорошо видно на рис. 39, поверхность “провалилась”. После активации *Relative* значение *Minimum Radius* в каждой точке вычисляется как величина радиуса, деленная на коэффициент 2.5 , и результирующая поверхность имеет приемлемый вид.

Опция *True Minimum* работает только в режиме *G2* и *G3*. При её активации заданный *Radius* принимается как минимальный радиус в середине скругления (то есть, этот параметр берет на себя роль *Minimum Radius*, как это показано на рис. 38), а границы поверхности скругления система определяет автоматически.

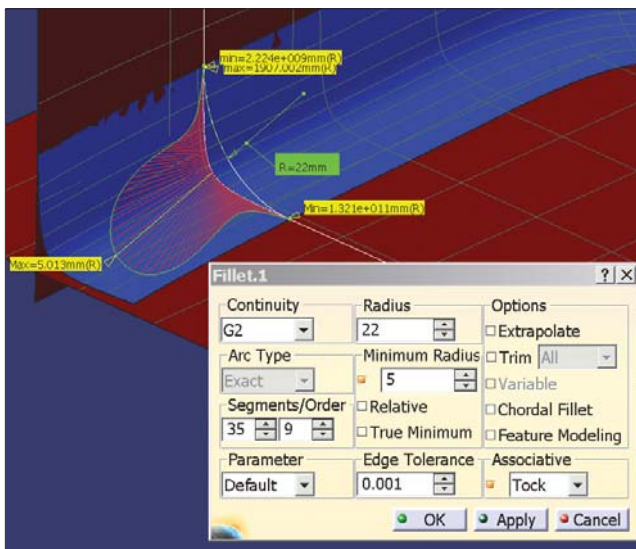


Рис. 38

Параметр *Edge Tolerance* служит для задания зазора между кромками скругляемых поверхностей. Величина зазора не должна превышать указанного в этом поле значения.

Опция *Extrapolate* задает экстраполяцию поверхности скругления, если длина краев исходных поверхностей не совпадает.

Опция *Trim* позволяет задать обрезку поверхности скругления, исходных поверхностей или того и другого сразу.

Chordal Fillet – опция, при активации которой величина *Radius* используется для определения границ поверхности скругления как линия хорды этой поверхности.

Опция *Feature Modelling* и параметр *Associative* были описаны выше при рассмотрении функции *Flange*. Здесь они работают аналогично.

Sweep – функция построения поверхности профилем, скользящим по направляющим линиям. Такая функция тоже традиционно имеется в каждой уважающей себя системе. Наиболее ярким отличием здесь является характер профиля. В модуле *Automotive Class A* это может быть не плоская кривая, тогда как в большинстве других систем профиль обязан быть плоской кривой.

Можно обсуждать, дает ли это обстоятельство какие-либо существенные преимущества функциональным возможностям системы. По крайней мере, создавая профиль, можно не беспокоиться о том, чтобы он был плоским. Каков же набор исходных данных этой функции? Рассмотрим диалоговое окно на **рис. 41**. В качестве исходных кривых используется либо профиль (*Profile*) и одна направляющая кривая (*Spine*), либо *Profile* и две направляющие кривые – *Spine* и собственно направляющая (*Guide*). Выбор производится при нажатии соответствующей клавиши меню.

Параметр *Moving Frame* задает способ ориентации профиля при его “перемещении” по

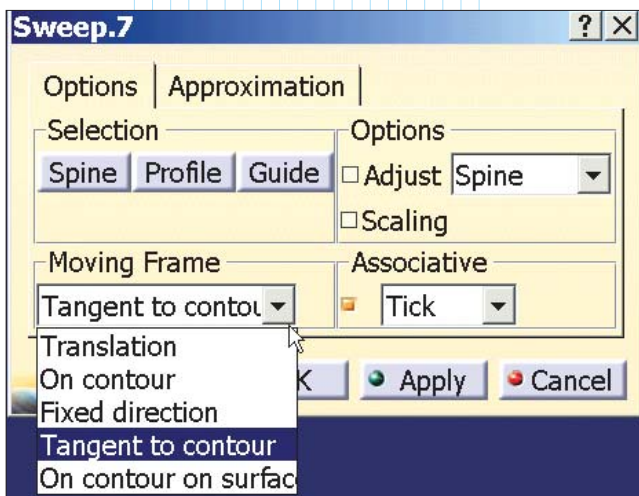


Рис. 41

спайну. В отличие от *Sweep*-поверхностей с плоским профилем, для однозначной ориентации которого достаточно наличия спайна, в данном случае используются различные методы ориентации профиля:

- *Translation* – перемещение профиля осуществляется простым переносом вдоль спайна без вращения.
- *On contour* – перемещение профиля является комбинацией переноса и вращения вдоль спайна (при этом, угол между спайном и профилем остается постоянным).
- *Fixed direction* – перемещение профиля осуществляется таким образом, что его ориентация по отношению к плоскости, параллельной главной плоскости (XY) компаса, остается неизменной.
- *Tangent to contour* – при перемещении профиля его ориентация по отношению к касательной к спайну остается неизменной в каждой точке.
- *On contour on surface* – перемещение осуществляется таким образом, что ориентация профиля по отношению к сечению прилегающей к спайну поверхности остается неизменной. При этом плоскость сечения перпендикулярна спайну.

Перечисленные способы ориентации профиля представляют собой довольно тонкий инструмент, дающий проектировщику средства борьбы за качество создаваемой поверхности при наличии сложных по форме исходных линий. Объяснить кратко и одновременно исчерпывающе все нюансы применения этого инструмента крайне сложно – это, скорее, задача курса обучения, чем журнальной статьи. ☹

(Продолжение следует)



Компания HetNet –
ведущий бизнес-партнёр IBM,
предлагает:

внедрение CATIA-SmarTeam-ENOVIA и обучение современной методологии проектирования и управления жизненным циклом продукции, основанные на признанных решениях компаний IBM/Dassault Systèmes:

- ✓ **CATIA** – для автоматизации проектирования изделий любой сложности;
- ✓ **TeamPDM-SmarTeam** – для управления процессами создания новой техники в концепции управления жизненным циклом изделий;
- ✓ **DELMIA** - система для моделирования и анализа технологических процессов;
- ✓ **ENOVIA** – для интеграции данных различных существующих промышленных CAD/CAM-систем и моделирования жизнедеятельности человека в условиях взаимодействия со сложными современными системами и комплексами.




111024, Москва, а/я 32 HetNet
тел./факс: (495) 995-25-00/01
www.hetnet.ru, www.catia.ru, www.smarteam.ru

Модуль *Automotive Class A* системы *CATIA*

(Продолжение. Начало в ## 4/2005÷3/2006)

Сергей Козлов ("ГЕТНЕТ Консалтинг", Москва)



Offset – функция построения офсетной поверхности. В общем-то, подобные функции обычны для CAD/CAM/CAE-систем. Принцип построения таков: каждая точка исходной поверхности смещается по нормали на расстояние, заданное как величина офсета. В модуле *Automotive Class A* традиционные возможности расширены за счет построения псевдоофсетной поверхности. Для этого по угловым точкам исходной поверхности

отметить, что экстраполяция может быть произведена как с сохранением исходного объекта, так и без.

Для управления экстраполяцией поверхности используются желтые точки, появляющиеся при активации функции *Extrapolation*. “Буксировка” точки, находящейся посередине кромки поверхности, управляет экстраполяцией соответствующей стороны. Точки, находящиеся на углу, управляют прилегающими сторонами поверхности.

На **рис. 61** показана экстраполяция поверхности в сторону одной из кромок. Опция *Symmetry* задает экстраполяцию поверхности симметрично по отношению к выбранной стороне, при этом процент экстраполяции делится пополам (**рис. 62**).

Smoothing – функция сглаживания кривых и поверхностей. Осуществлять сглаживание можно в двух режимах: интерактивно с использованием манипулятора или же задавая числовые значения фактора сглаживания. На **рис. 63** представлена поверхность для сглаживания и меню функции *Smoothing*.

В интерактивном режиме проектировщик, захватив одну из стрелок, перемещает её от середины поверхности к периферии. По мере смещения стрелки система разглаживает поверхность (**рис. 64**). При этом в меню, в поле *Max deviation*, отображается максимальное значение девиации (**рис. 65**).

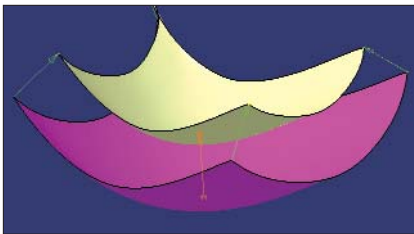


Рис. 59

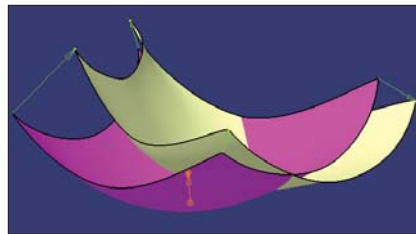


Рис. 60

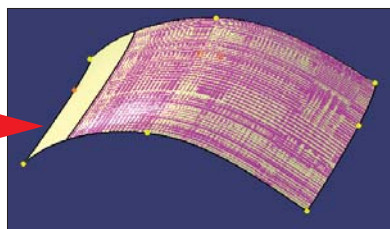
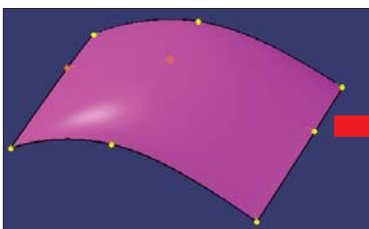


Рис. 61

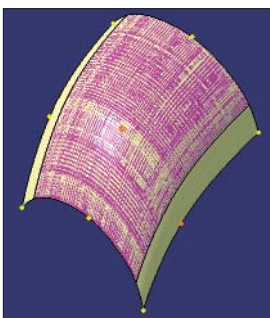


Рис. 62

задаются различные значения офсетного сдвига.

На **рис. 59** показан постоянный, а на **рис. 60** – переменный офсет. Хорошо видны манипуляторы: в центре – красного цвета, позволяющий задавать офсетный сдвиг для всей поверхности в целом; по углам – манипуляторы зеленого цвета. Построение поверхности офсета можно вести как с сохранением исходной поверхности, так и без. Кроме того, офсетный сдвиг можно применить сразу для нескольких поверхностей.

Extrapolation – функция экстраполяции кривых и поверхностей. Экстраполяция производится в соответствии с внутренней параметризацией исходного объекта. Величина экстраполяции задается в процентах. Данная функция позволяет как удлинить объект (параметр *Percentage* больше нуля), так и обрезать его (параметр *Percentage* меньше нуля). Следует

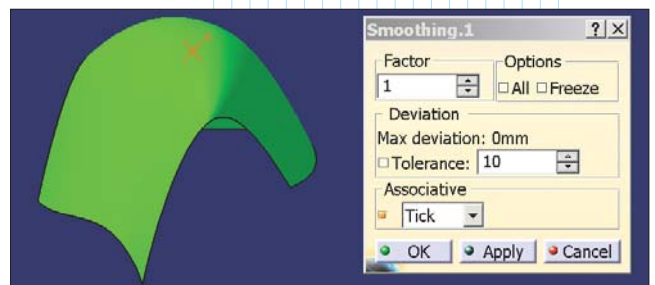


Рис. 63

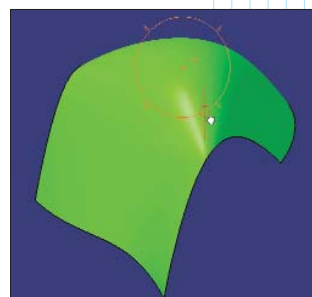


Рис. 64

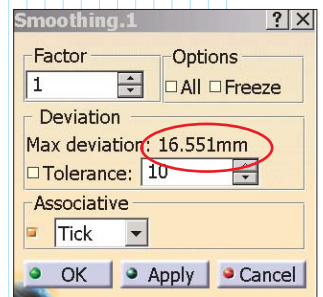


Рис. 65

В режиме работы с помощью фактора сглаживания (*Factor*) проектировщик задает его значение: от 0 до 100. Чем оно больше, тем больше девиация на данном шаге, а значит сглаживание будет происходить более интенсивно.

Активировав параметр *Tolerance*, в соответствующем поле можно указать предельную величину деформации “выглаживаемой” поверхности на одном шаге. В этом случае, если при введенном значении фактора сглаживания величина полученной девиации превышает установленную величину *Tolerance*, этот шаг сглаживания не принимается системой, и проектировщику придется уменьшить фактор сглаживания.

Поле *Option* с помощью опции *All* позволяет осуществлять сглаживание одновременно нескольких поверхностей, а с помощью опции *Freez* – управлять условиями формообразования по кромкам сглаживаемых поверхностей. При активизации опции *Freez* в районе кромок появляются значки – слово *Free* на белом фоне (рис. 65). Это означает, что кромки сглаживаемой поверхности могут деформироваться свободно. С помощью правой кнопки мыши эти настройки могут быть изменены на *G0*, *G1*, *G2* или *G3*. В случае выбора *G0* координаты точек кромки при сглаживании останутся неизменными; для *G1* неизменными будут координаты точек и касательные в этих точках (и т.д. для *G2* и *G3*).

Указанные условия могут быть назначены для каждой кромки отдельно, распространены на все кромки текущей (*Spread Current*) или всех (*Spread All*) сглаживаемых поверхностей.

Функции анализа

Модуль *Automotive Class A* обладает широким набором средств анализа качества кривых и поверхностей. Рассмотрим наиболее интересные из них.

Sections – функция построения набора сечений поверхности. Это весьма эффективный инструмент анализа, позволяющий с помощью набора сечений детально исследовать нюансы формы поверхностей. Кроме получения самих сечений, есть возможность построения эпюр радиуса кривизны или кривизны (рис. 67).

Управление положением сечущих плоскостей осуществляется с помощью *Plane Tool*. Кроме этого, управление распределением сечений на поверхности задается с помощью

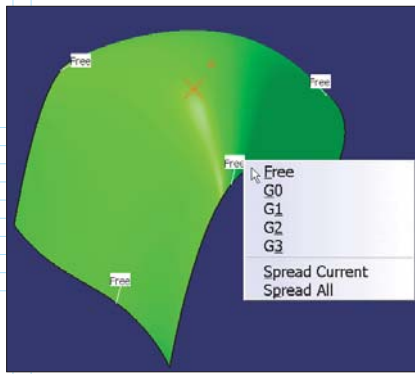


Рис. 66

шага между сечениями и их количества. В случае анализа триммированной поверхности возможно построение сечений по исходной (необрезанной) поверхности, для чего служит опция *Basic Surface*. Опция *Variant Comparison* позволяет оставлять на экране сечения и эпюры кривизны от предыдущего варианта, чтобы изменения поверхности при её модификации были представлены более наглядно (рис. 68).

В процессе проектирования поверхности, при модификации её с помощью контрольных точек (*Control Points*), изменение сечений и эпюр кривизны происходит динамически, вслед за изменением формы, что позволяет эффективно выполнять необходимые построения. Кроме этого, не выходя из функции *Sections*, можно оперативно подкорректировать какой-либо участок поверхности с помощью трех розовых точек, находящихся на среднем сечении. Для этого необходимо точку “буксируют” с помощью мыши – поверхность перестраивается в соответствии с новым положением этой точки.

Inflexion Lines – функция построения на поверхности кривых линий, являющихся геометрическим местом точек, в которых кривизна равна нулю. Эти точки можно так же назвать точками перегиба, а линии – линиями перегиба.

Строго говоря, для полной определенности вышесказанного недостаточно, так как понятие кривизны (так же, как и радиуса кривизны) изначально геометрически является плоским и, следовательно, требует задания плоскости, в которой и определяется этот самый ноль кривизны.

В меню функции *Inflexion Lines* эта определенность задается параметром *Type*, с помощью которого и определяется вышеназванная плоскость. Алгоритм построения таких линий перегиба сводится к следующему: поверхность пересекается набором параллельных плоскостей,

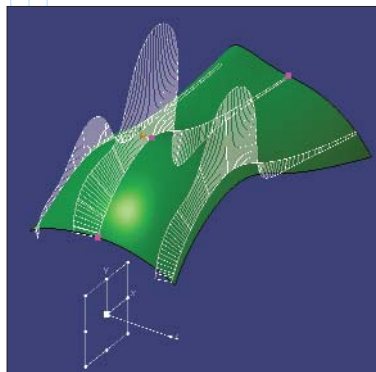


Рис. 67

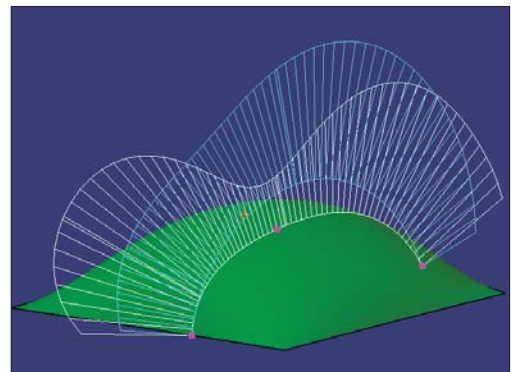


Рис. 68

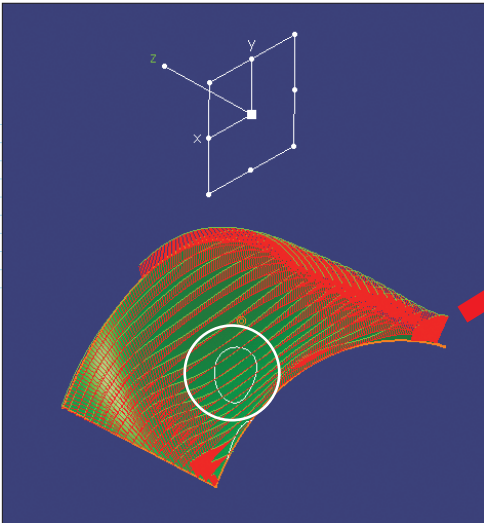


Рис. 69

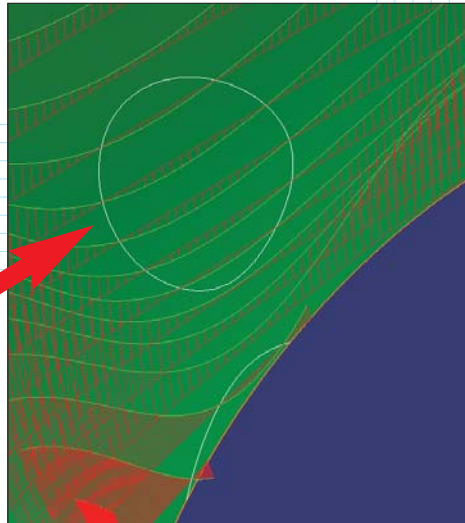


Рис. 70

Reflection Lines – функция построения рефлекторных линий на поверхности. Применение такого способа анализа качества поверхности полезно тем, что рефлекторные линии – это единственный способ увидеть разрывы кривизны поверхности без построения эпюр кривизны. В данном случае эти линии являются математическими моделями отражений окружающих объектов от рассматриваемой поверхности.

в полученных сечениях определяются точки, где кривизна равна нулю (точки перегиба), после чего названные точки соединяются кривой. Функция *Inflection Lines* позволяет строить линии перегиба в плоскостях, параллельных плоскости *Plane Tool* или же параллельно плоскостям *X, Y, Z*.

На рис. 69 представлены линии перегиба (белого цвета) в плоскостях, параллельных плоскости *Plane Tool*. Дополнительно построены эпюры кривизны сечений для иллюстрации всего вышесказанного (рис. 70).

Помимо описанного способа построения линий перегиба, в модуле *Automotive Class A* предусмотрены расчетные способы построения этих линий. Поскольку в каждой точке поверхности кривизна зависит от положения секущей плоскости, то всегда имеет место максимальное и минимальное значение кривизны для каждой точки поверхности. Поэтому параметр *Type* может принимать следующие значения:

MaxPrincipal – позволяет построить линию перегиба, проходящую через точки, в которых максимальная кривизна равна нулю;

MinPrincipal – позволяет построить линию перегиба, проходящую через точки, в которых минимальная кривизна равна нулю;

Mean – позволяет построить линию перегиба, проходящую через точки, в которых средняя кривизна равна нулю ($K_{cp} = (K_{max} + K_{min}) / 2$);

Gaussian – позволяет построить линию перегиба, проходящую через точки, в которых Гауссова кривизна равна нулю ($K_{гауссова} = \pm \sqrt{|K_{max} \times K_{min}|}$).

Опции *Basic Surface* и *Variant Comparison* действуют аналогично тому, как было описано выше для функции *Section*.

На рис. 71 представлена поверхность, которая является гладкой по *G1*, сечения этой поверхности плоскостями не имеют визуальных изломов (касательные непрерывны). Анализ этой поверхности с помощью рефлекторных линий дает качественно другую картину (рис. 72). Присутствуют явные разрывы кривизны. Именно таким будет отражение окружающих объектов, когда деталь с

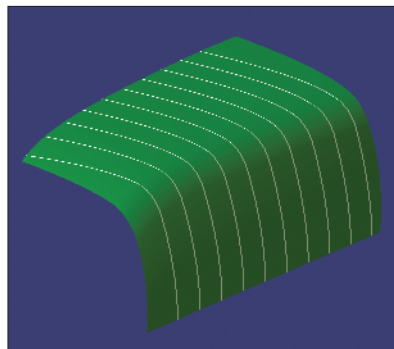


Рис. 71

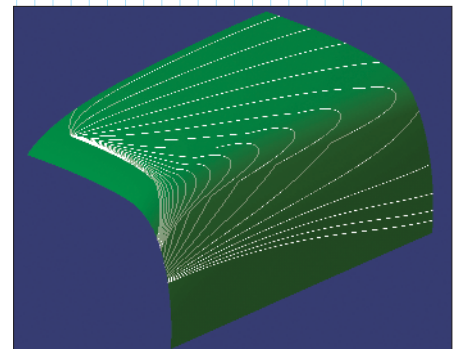


Рис. 72

такой поверхностью будет выполнена в материале.

На рис. 73 представлена та же поверхность после доработки – выполняется условие непрерывности по *G2*.

В функции *Reflection Lines* в качестве отраженных объектов выступают два семейства взаимно перпендикулярных бесконечных прямых линий. Позиционирование этих линий осуществляется с помощью *Plane Tool*, количество и шаг – задаются в меню с помощью соответствующих параметров. Еще одним параметром, влияющим на вид рефлекторных линий, является положение условной точки глаза (*eye point*), что моделирует положение наблюдателя. Положение этой точки может быть задано её координатами или с помощью мыши.

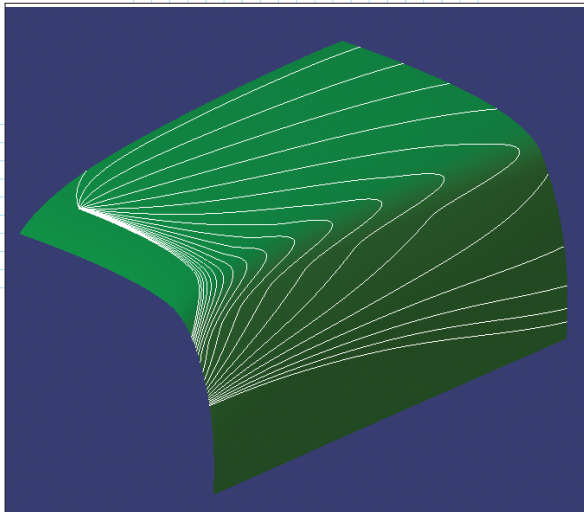


Рис. 73

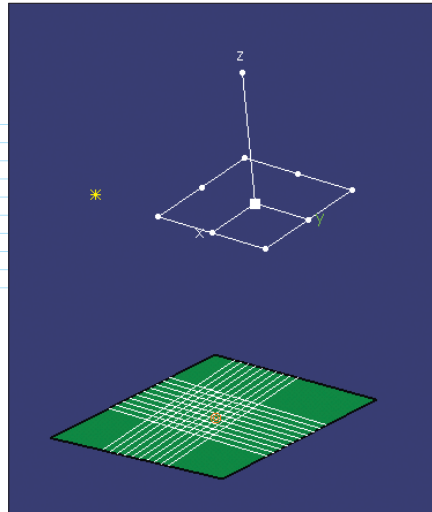


Рис. 74

На рис. 74 показаны исходные данные функции *Reflection Lines* на примере плоского фрагмента поверхности (желтая точка – условная точка глаза наблюдателя).

Надо отметить, что помимо рассмотренного выше представления рефлекторных линий возможна и более реалистичная форма отображения (рис. 75, 76).

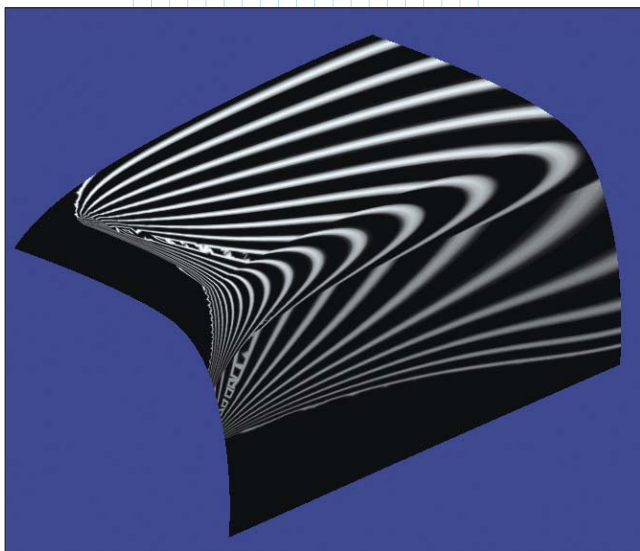


Рис. 75

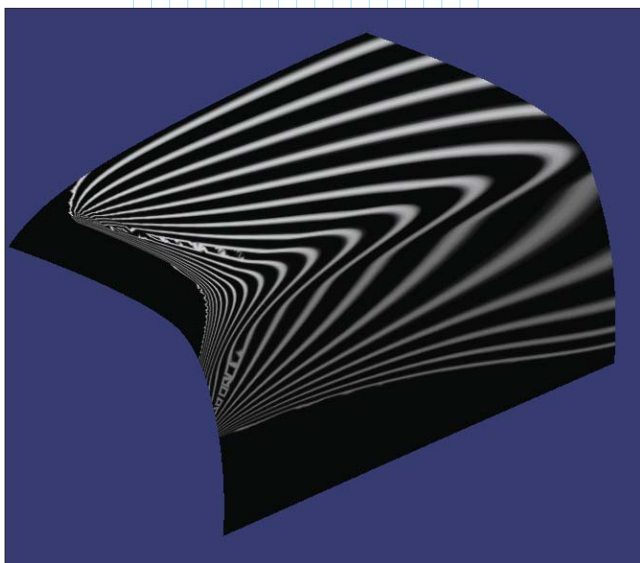



Рис. 76

В этой функции также доступны опции *Basic Surface* и *Variant Comparison*.

Данная статья – это только краткое описание модуля *Automotive Class A*. Набор инструментальных средств моделирования, анализа и модификации высококачественных кривых и поверхностей представляется достаточно многообразным и мощным. Предлагается множество инструментальных средств, позволяющих осуществлять построения в режиме *drag-and-drop*, и, при беглом знакомстве, может возникнуть ощущение простоты в решении задач моделирования высококлассных поверхностей. В действительности, несмотря на наличие многочисленных средств интерактивного управления с помощью мыши, для полноценного их применения необходимо достаточно глубокое понимание геометрического смысла той или иной операции. А это уже, безусловно, является признаком профессионализма проектировщика. 




**Компания HetNet –
ведущий бизнес-партнёр IBM,
предлагает:**

внедрение CATIA-SmarTeam-ENOVIA и обучение современной методологии проектирования и управления жизненным циклом продукции, основанные на признанных решениях компаний IBM/Dassault Systèmes:

- ✓ **CATIA** – для автоматизации проектирования изделий любой сложности;
- ✓ **TeamPDM-SmarTeam** – для управления процессами создания новой техники в концепции управления жизненным циклом изделий;
- ✓ **DELMIA** - система для моделирования и анализа технологических процессов;
- ✓ **ENOVIA** – для интеграции данных различных существующих промышленных CAD/CAM-систем и моделирования жизнедеятельности человека в условиях взаимодействия со сложными современными системами и комплексами.




111024, Москва, а/я 32 HetNet
тел./факс: (495) 995-25-00/01
www.hetnet.ru, www.catia.ru, www.smarteam.ru