

Возможности сложных моделирующих операций в T-FLEX CAD 3D

Василенков Андрей

ЗАО «Топ Системы»

Мы продолжаем знакомить читателей с функциональными возможностями системы T-FLEX CAD 3D российской компании «Топ Системы». В этой статье речь пойдет о некоторых возможностях «тяжелой артиллерии» трехмерного моделирования — весьма интересных и мощных инструментах, обладающих необходимым арсеналом средств для создания деталей с поверхностями сложной геометрической формы.

В качестве исходных данных для рассматриваемых операций в различных ситуациях могут служить любые элементы модели, имеющие в своей основе геометрию одного из трех типов: «точка», «проволока», «лист».

Точка в трехмерном пространстве T-FLEX CAD может быть определена узлом, вершиной модели, как характерное место какой-либо детали. Например, она может быть задана при помощи параметра «Положение» на линейном объекте, найдена в центре эллиптического ребра и т.п.

К элементам с «проволочной» геометрией (имеющих длину, периметр, но не имеющих площади) относятся все ребра, циклы, пространственные траектории (3D-пути) и т.д. «Листовые» объекты имеют площадь поверхности, но не ограничивают замкнутый объем, как твердотельный объект. Иногда система позволяет автоматически считать нужный тип геометрии с элементов другого, более сложного типа.

В зависимости от типа геометрии исходных компонентов результат операций может быть получен как в виде твердого тела, так и в виде набора поверхностей (листовое тело). Такая гибкость операций T-FLEX CAD позволяет пользователю одинаково



Рис. 1. Пример моделей, выполненных в T-FLEX CAD 3D.

успешно заниматься как твердотельным, так и поверхностным моделированием. (рис. 1).

При необходимости можно комбинировать оба подхода и в любой момент без труда переходить от поверхностей к твердым телам и наоборот.

В системе T-FLEX CAD среди настроек операций, генерирующих сложные сплайновые поверхности, есть оптимизационный модуль, позволяющий формировать, где это возможно, простые аналитические поверхности (плоскость, цилиндр, сферу, тор). Это во многих случаях может значительно упростить дальнейшее моделирование детали и построение чертежей.

Операция «По сечениям»

Операция «По сечениям» (рис. 2) предназначена для создания новых твердых тел или поверхностей по набору контуров, кривых или точек. Каркас операции формируется из элементов в одном или двух направлениях. Такое разнообразие исходных компонентов позволяет иметь в своем распоряжении дополнительные рычаги влияния на форму результирующей поверхности.

Элементы каркаса первого направления мы будем называть сечениями, элементы второго — направляющими. Система во многих случаях самостоятельно определяет направление «натяжения» поверхности на каркас и приводит в соответствие характерные точки элементов каркаса.

В сложных или неоднозначных случаях пользователь помогает системе найти правильное решение, задавая специальные последовательности точек соответствия на сечениях (рис. 3).

Сплайновые результирующие поверхности могут формироваться с учетом выбранных граничных условий, которые представляют собой мощное средство локальной коррекции и уточнения фор-

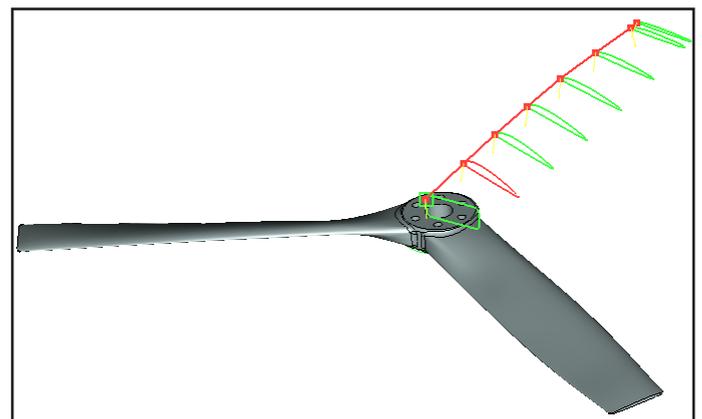


Рис. 2. Пример применения операции «По сечениям». Каркас сформирован в одном направлении.

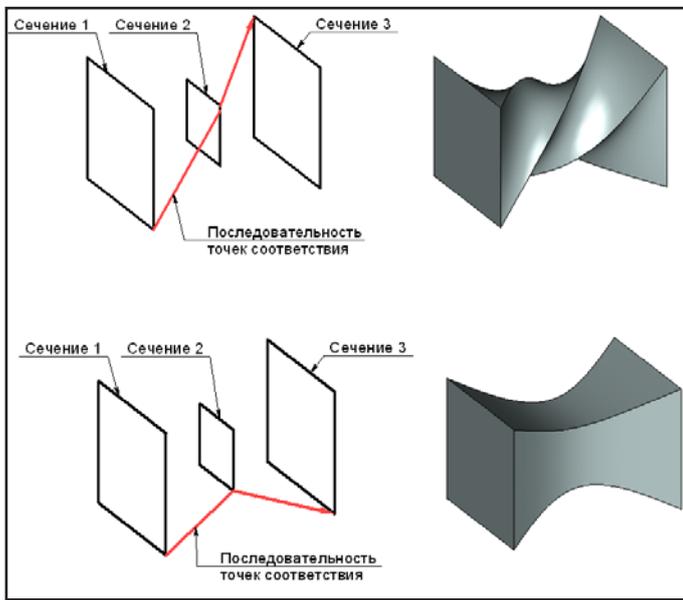


Рис. 3. Схема работы операции «По сечениям» с использованием точек соответствия.

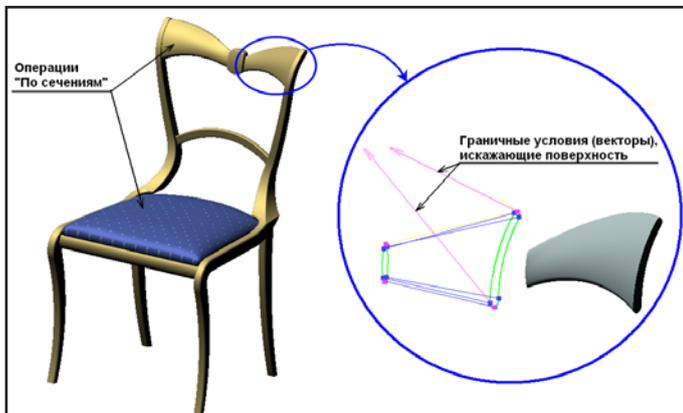


Рис. 4. Дизайнер определил специфическую форму спинки. T-FLEX CAD успешно справилась с построением модели заданной формы при помощи операции «По сечениям».

мы результата. Они позволяют пользователю различными способами исказить форму поверхности в каждой точке каркаса. Например, можно задать в точках каркаса дополнительные векторы, действующие на форму поверхности в области этих точек. Влияние на результат оказывает как длина вектора, так и его направление.

В практике моделирования также встречается много случаев, когда требуется задавать граничные условия на границах будущего тела, то есть для крайних сечений. Например, нужно соблюсти условия непрерывности кривизны или касания с прилегающими поверхностями соседних тел. В подобных случаях T-FLEX CAD позволяет выбирать для задания граничных условий непосредственно те поверхности, с которыми взаимодействует операция (рис. 4).

В качестве крайних сечений можно использовать точки для сведения результирующих поверхностей в одной вершине (рис. 5).

В сочетании со специальным видом граничных условий для данного случая этот инструмент позволяет успешно решать достаточно типовую задачу

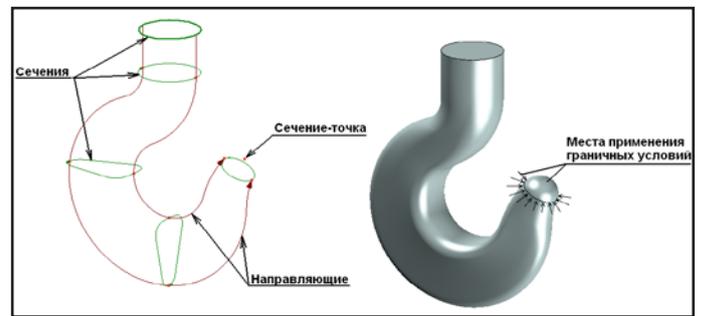


Рис. 5. Операция «По сечениям». Пример использования граничных условий в крайних сечениях.

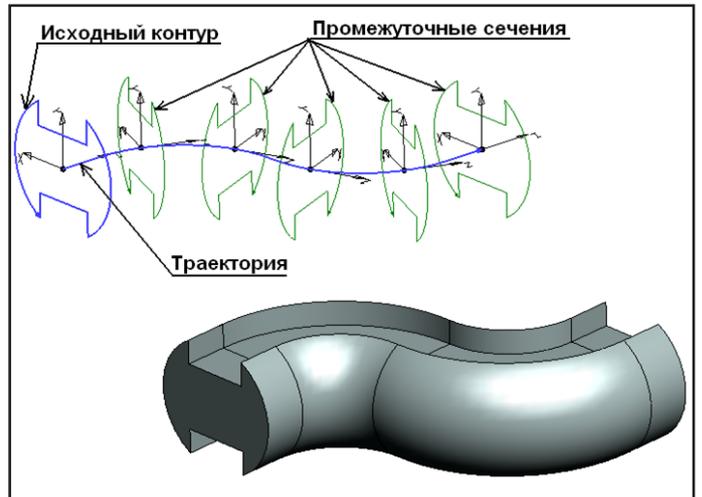


Рис. 6. Схема работы операции «По траектории». Режим «Перпендикулярно пути».

построения плавного окончания результирующей поверхности при моделировании, например, лопасти винта.

Операция «По траектории»

Другая не менее интересная операция — «По траектории» — позволяет получить новое трехмерное тело путем перемещения некоторого контура вдоль пространственной траектории (рис. 6). В качестве исходного контура может использоваться любой объект 3D-модели с проволочной или листовой геометрией.

Движение контура получается за счет его многократного копирования вдоль выбранной траектории и последующего объединения полученных промежуточных сечений в единую поверхность. При расчете операции «По траектории» система вычисляет новое положение и ориентацию для каждого промежуточного сечения. Пользователь может управлять законами ориентации, кручения и масштабирования контура при его движении вдоль траектории.

Исходное положение контура может быть при необходимости скорректировано выбором дополнительных точек на контуре или в пространстве. Одна точка позволяет во многих ситуациях задать место привязки контура к началу траектории. Во многих случаях этого бывает достаточно. При не-

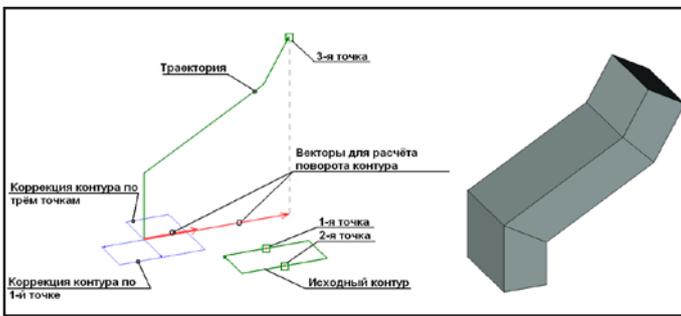


Рис. 7. Схема коррекции контура по трем точкам.

обходимости задания дополнительного поворота контура можно выбрать еще две корректирующих точки (рис. 7).

В зависимости от способа вычисления положения промежуточных сечений относительно траектории можно получать разные результаты.

При создании операции разрешается установить один из трех типов ориентации контура при его движении. Значение «Перпендикулярно траектории» ориентирует систему координат каждого сечения перпендикулярно пути. Это позволяет контуру при движении точно следовать всем изгибам траектории и сохранять постоянную ориентацию сечений перпендикулярно траектории. Причем при наличии неопределенности в момент вычисления исходной позиции для контура система в большинстве случаев способна самостоятельно принять верное решение и расположить контур правильно.

Значение «Параллельно исходному» сохраняет постоянную пространственную ориентацию исходного контура, он следует вдоль траектории способом параллельного переноса.

Третий способ ориентации — «По направляющим» — позволяет использовать прилегающие соседние поверхности или другие пространственные траектории (направляющие) для одновременного задания ориентации, а также для масштабирования. Способ создания тела по направляющим может быть использован для решения ряда специфических задач — таких, например, как затягивание пространства между двумя кривыми при помощи поверхности, полученной из заданного контура.

Дополнительно для движения контура вдоль траектории можно задавать закон кручения вокруг направляющей (рис. 8) или масштабирования.

Углы поворота и масштабные коэффициенты промежуточных сечений в точках траектории могут быть заданы в виде таблиц (рис. 9), где для точки траектории указывается положение в процентах от длины траектории и значение параметра. При табличном методе задания параллельно работают специальные манипуляторы, позволяющие корректировать те же значения непосредственно в 3D-окне, визуально оценивая эффект на 3D-модели. Табличный способ удобно использовать, например, для задания кручения в деталях, в которых

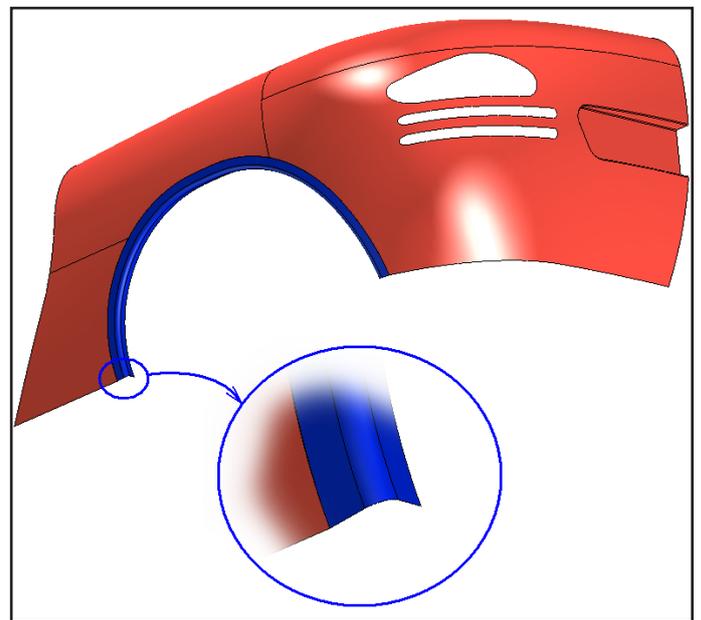


Рис. 8. Пример использования поверхностей для задания законов кручения.

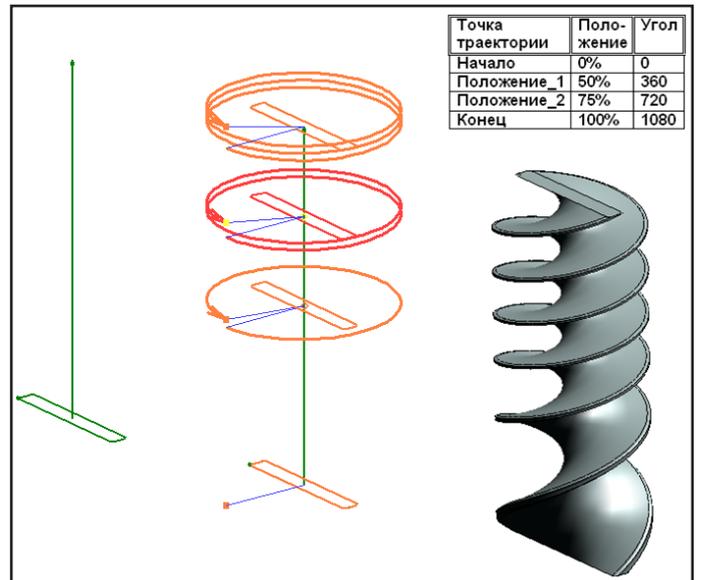


Рис. 9. Пример табличного задания закона кручения. Использование манипуляторов.

поверхность закручена по спирали.

В некоторых случаях для точного задания масштаба или поворота сечения не обойтись без помощи дополнительной геометрии — второй направляющей или поверхности.

Таким образом можно точно направить сечения на заданные точки какой-либо кривой, по нормали или по касательной к поверхности, выполнить масштабирование контура согласно изгибам задающей кривой.

Закон масштабирования контура (рис. 10) может быть задан относительно точки начала системы координат сечения или относительно произвольной точки пространства, связанной с системой координат сечения и движущейся вместе с ней. При использовании точки масштабирования возможен выбор способа изменения контура относительно точки: изменять только размер контура, а расстояние от начала системы координат сечения

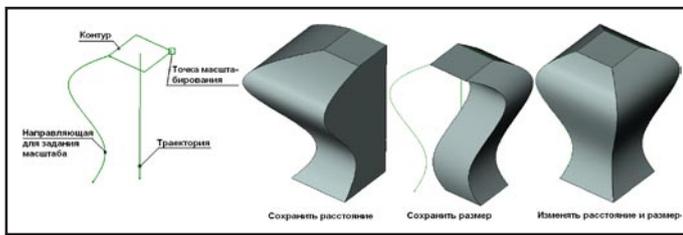


Рис. 10. Масштабирование контура относительно точки.

до выбранной точки оставить неизменным; масштабировать только расстояние, сохранив исходные размеры контура; масштабировать и то и другое.

Параметрическое копирование. «По параметрам».

Интересные и, в общем-то, уникальные возможности дает продвинутому пользователю системы T-FLEX CAD 3D оригинальный механизм параметрического копирования (рис. 11). Он позволяет не только управлять положением каждой копии, но и изменять для копии любые параметры, которые могут быть поставлены в зависимость от одной переменной (счетчика копий).

Например, можно задать зависимость геометрии контура от его положения в пространстве или при помощи известной функции и счетчика копий считывать массив нужной информации (параметров) из базы данных и использовать его для настройки параметров копии. Область применения данного механизма невероятно разнообразна. Он используется в нескольких инструментах системы T-FLEX CAD.

Разумеется, с его помощью можно создавать параметрические массивы любых объектов системы. Кроме того, T-FLEX CAD умеет объединять эти массивы в новые объекты. Например, можно получить новый 3D-путь, изменяя (копируя) положение 3D-узла, или получить новые тела либо поверхности, суммируя параметрические копии какого-либо контура.

В качестве примера одного из таких инструментов можно рассмотреть операцию «По параметрам». По внутреннему устройству она напоминает рассмотренную выше операцию «По траектории». Их различие заключается в использовании механизма параметрического копирования для «движения» контура.

Управление положением и ориентацией промежуточных сечений (рис. 12) производится двумя способами. Во-первых, можно задавать законы изменения параметров положения, описывая их математическими функциями и выражениями. Во-вторых, можно использовать различные построения, пространственные траектории или поверхности других тел для точного задания ориентации промежуточных сечений. Управление осуществляется через диалог параметров операции, в котором можно выделить два основных типа параметров

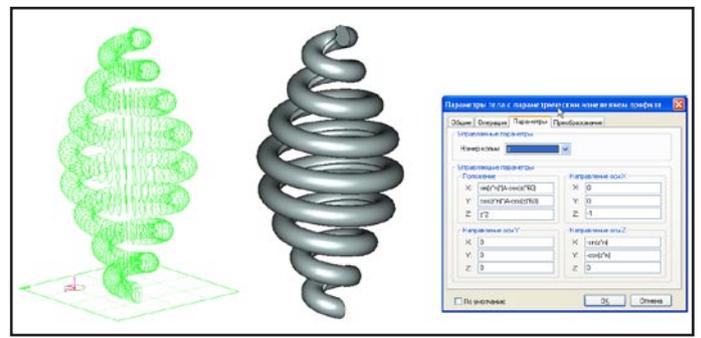


Рис. 11. Использование математических функций при параметрическом копировании.

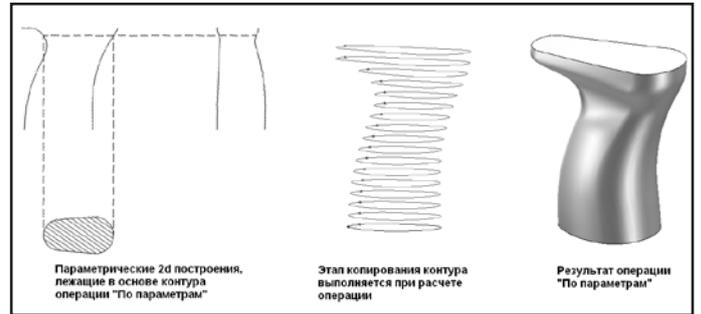


Рис. 12. Пример применения операции «По параметрам» для построения рукоятки в модели приклада.

— управляемые и управляющие параметры. Значения управляемых параметров рассчитываются системой автоматически в процессе создания операции (к примеру, номер копии). Для считывания значений таких параметров можно назначать независимые переменные, то есть те переменные системы, которым присвоено конкретное значение, а не выражение. Они не зависят от других переменных системы. В свою очередь, от них могут зависеть некоторые 2D-параметры или 3D-построения, а также другие (зависимые) переменные. Главным обязательным управляющим параметром операции «По параметрам» является независимая переменная — счетчик номера копии. Номер копии автоматически изменяется в процессе расчета операции. Как можно использовать управляемые параметры? Для того чтобы задать зависимость между свойствами объекта, определяющими его положение в пространстве, и, например, формообразующими параметрами, можно подставить в поле управляемого параметра имя независимой переменной модели. Она на каждом шаге копирования будет считывать нужное значение и передавать его в соответствующее выражение. Если от назначенной независимой переменной каким-либо образом зависит геометрия исходного контура (через другие переменные или выражения), то при создании каждой копии новые значения управляемых параметров будут эту геометрию изменять. Управляющие параметры задаются пользователем для определения положения промежуточных сечений. Как уже отмечалось, для этого можно исполь-

зывать математические функции и выражения либо вспомогательную геометрию. В поля управляющих параметров может быть вписано произвольное выражение. В него можно включить любую переменную системы.

Например, включите в него переменную, отвечающую за номер копии. При этом получится определенная выражением зависимость данного параметра от номера копии.

Расчет операции выполняется в следующем порядке: присваивается очередное значение номеру копии, рассчитываются управляющие параметры, вычисляются остальные управляемые параметры (если они есть), пересчитывается исходный контур с текущими значениями переменных, выполняется копирование.

После построения всех промежуточных сечений они объединяются в одно тело.

Заключение

Количество технических подробностей, приведенных в данной статье, может озадачить неискушенного читателя. Однако не следует полагать,

что работа в системе T-FLEX CAD 3D повсеместно сопряжена с подобными «премудростями». При освоении любой системы, двигаясь от простого к более сложному, пользователь постепенно понимает, чего он хочет и какие инструменты ему необходимы в работе.

Но ведь далеко не каждый инструмент может быть достаточно мощным и насыщенным по функционалу без соответствующего управления. Например, тонкости управления современным авиалайнером или атомной подводной лодкой обычному человеку даже трудно себе представить. Однако современный мир невозможен без этих машин. А люди, повелевающие ими, успешно справляются со своими задачами, потому что с опытом приходит понимание всех тонкостей, и именно таких людей называют профессионалами.

В данной статье мы попытались рассмотреть работу таких специфических инструментов в системе трехмерного моделирования. При желании их может освоить каждый пользователь системы T-FLEX CAD 3D, что несомненно поднимет качество его проектирования на значительно более высокий уровень.