

ОБРАЗОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КАРКАСА ПОВЕРХНОСТИ
И ЕГО СГЛАЖИВАНИЕ

А.Д. Тузов

Пусть на рассматриваемой поверхности задана последовательность линий, которую примем за одно из двух семейств некоторого каркаса (в общем случае пространственного). Для получения второго семейства каркасных линий выберем одинаковое количество точек на каждой заданной кривой так, чтобы ломаная, соединяющая эти точки, имела на каждом участке одинаковую стрелку прогиба.

Предполагается, что исходные кривые заданы упорядоченным массивом точек. Поэтому они предварительно аппроксимируются параметрическим кубическим сплайном [2].

Для указанного разбиения кривой на l частей необходимо добиться выполнения соотношения $h_j \cdot \sqrt{K_3} = \text{const}$, $j = 1, 2, \dots, l$; где $h_j = t_{j+1} - t_j$ (t - параметр - суммарная длина хорд, соединяющих точки разбиения); $K_3 = \sqrt{M_{X_3}^2 + M_{Y_3}^2 + M_{Z_3}^2}$; $M_{X_3} = (M_{X_j} + M_{X_{j+1}})/2$; $M_{Y_3} = (M_{Y_j} + M_{Y_{j+1}})/2$; $M_{Z_3} = (M_{Z_j} + M_{Z_{j+1}})/2$; M_{X_j} , M_{Y_j} , M_{Z_j} - "моменты" [1] - коэффициенты параметрического кубического сплайна.

Если бы в качестве параметра использовалась длина дуги кривой, то K_3 было бы точным значением усредненной кривизны на j -м участке. Суммарная длина хорд является приближением к длине дуги и величина K_3 в таком случае - приближенное выражение для усредненной кривизны. Поэтому можно считать, что проводится переразбивка кривой с учетом кривизны.

Для поверхностей, по форме близких к крылу самолета, построение каркаса начинается с выбора узлов на крайних по размаху сечениях. При этом учитываются некоторые закрепленные исходные точки. Эти узлы проецируются на плановую плоскость, в результате чего получается процентная разбивка каждого участка, ограниченного за

крепленными точками. Для промежуточных сечений процентная разбивка определяется по линейной интерполяции между значениями процентной разбивки крайних сечений.

Если кривые, проходящие через закрепленные точки на поверхности были предварительно сглажены, то, соединяя одноименные точки разбивки на плановой плоскости, получим гладкие проекции каркасных линий второго семейства на эту плоскость. Этим проекциям на самой поверхности будут соответствовать некоторые пространственные кривые, образующие второе семейство каркаса.

Чтобы получить первое семейство, определяем необходимое количество $m-1$ точек на кривых второго семейства по средней стрелке вдоль размаха крыла. Линии, соединяющие одноименные точки разбиения линий второго семейства, образуют первое семейство каркаса поверхности.

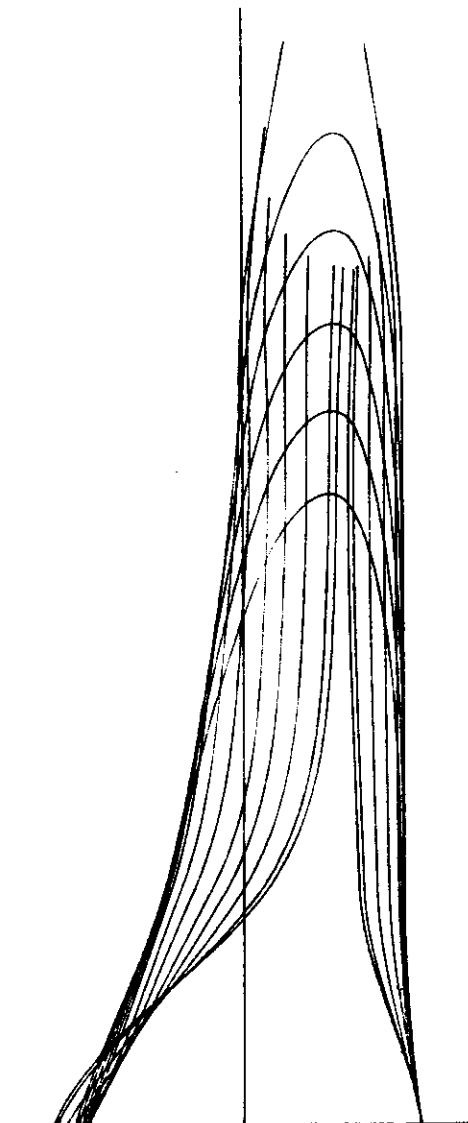
Узлы полученного каркаса можно представить в виде трех прямоугольных матриц X, Y, Z размерности $(L+1)(M+1)$. Строки этих матриц определяют каркасные линии первого семейства, столбцы — второго семейства.

В исходных сечениях можно учесть прямолинейные участки, закрепив, кроме крайних точек этих участков, две внутренние точки в ϵ -окрестности от крайних точек. Можно учесть также плоские участки между двумя исходными сечениями, если ввести в рассмотрение два внутренних дополнительных сечения в ϵ -окрестности основных сечений. При этом в дополнительных сечениях известны координаты только закрепленных точек. Остальные получаются на основе теории плоских сечений по информации о близких основных сечениях. Величина ϵ зависит от той точности, с которой необходимо выдержать прямолинейный участок, и от поведения поверхности (ее кривизны) на соседних участках. Она может быть определена в результате экспериментов.

Процесс поочередного сглаживания каркасных кривых первого и второго семейства, как известно из практики плавовой увязки поверхности, — процесс итерационный. Он проводится по методике, описанной в [3].

Сглаживание пространственного каркаса, таким образом, — это автоматизация ручного процесса плавовой увязки поверхности с использованием ЭВМ.

Если ввести в рассмотрение два близких закрепленных сечения соседней поверхности, ранее подготовленной, то обеспечивается стыковка этих поверхностей с учетом производной.



Сечение крыла по плану

Все это приводит к закреплению во время процесса сглаживания некоторых пространственных кривых первого и второго семейств каркаса. Получается, что из каркаса выделяется подкаркас, линии которого в процессе сглаживания остаются неподвижными. Этим, кроме всего прочего, обеспечивается ограничение ухода сглаженной поверхности от исходной.

На рис.(с.67), выполненном на чертежном автомате, приведены сечения крыла сложной формы по размаху. Правое крайнее исходное сечение было пространственным. Слева задавались два близких сечения, что обеспечило плавный выход крыла на фюзеляж с сохранением заданного направления касательных. Низ крыла на некотором участке имел плоскость. Для ее описания были введены два дополнительных сечения. В расчетах $\epsilon \approx 1/1000 l$, где l - длина проекции плоского участка на плановую плоскость.

Л и т е р а т у р а

1. АЛБЕРГ Дж., НИЛЬСОН Э., УОЛШ Дж. Теория сплайнов и ее приложения. М., "Мир", 1972.

2. ТУЗОВ А.Д. Аппроксимация, интерполяция и вычерчивание плоских кривых. - В кн.: Методы сплайн-функций. (Вычислительные системы, вып. 68.) Новосибирск, 1976, с. 45-50.

3. ТУЗОВ А.Д. Сглаживание функций, заданных в виде таблиц. - В кн.: Методы сплайн-функций. (Вычислительные системы, вып.68.) Новосибирск, 1976, с. 61-66.

Поступила в ред.-изд.отд.

14 июня 1977 года