

УДК 514.123.3

Способ замены эллипса на овал в элементах конструкции летательных аппаратов

Каверин Виктор Александрович^(*)

vpk@vpk.npomash.ru

SPIN- код: 9627-0729

Морозов Евгений Евгеньевич

vpk@vpk.npomash.ru

Таратонкина Вера Сергеевна

vpk@vpk.npomash.ru

SPIN- код: 6985-3583

АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Россия

Аннотация. Известны конструкции оболочек вращения и других элементов конструкции летательных аппаратов (ЛА) эллиптического профиля. В работе рассмотрен способ замены эллипса на овал, позволяющий обеспечить максимальное совпадение профиля овала с профилем эллипса. Способ основан на использовании уравнения овала, а также значений величин максимального и минимального радиусов кривизны исходного эллипса. Замена эллипса на овал позволяет снизить трудоемкость и повысить качество изготовления элементов конструкции ЛА, в том числе образующих внешние обводы.

Ключевые слова: эллипс, радиус кривизны эллипса, овал, уравнение овала, летательный аппарат, внешний обвод

Введение. Цель настоящей работы — описать способ замены эллипса на овал и все преимущества такой замены. В работе [1] было выведено уравнение овала. Сравнение уравнений эллипса [2] и овала позволяет выйти на геометрию овала, обеспечивающую максимальное приближение к контуру эллипса.

Методы и материалы; результаты. Уравнение овала [1] записывается в виде

$$(a - r)^2 + (R - b)^2 = (R - r)^2.$$

Здесь a — большая полуось овала; b — малая полуось овала; R — большой радиус овала; r — малый радиус овала.

Известно [2] уравнение эллипса с центром в начале координат:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Здесь a — большая полуось эллипса; b — малая полуось эллипса.

Задавая в овале величины a и b такими же, как в эллипсе и варьируя одним из радиусов овала, вычисляем другой его радиус. Хорошую точность по отношению к эллипсу дает назначение большого радиуса овала равным максимальному радиусу кривизны эллипса с вычислением малого радиуса овала или назначение малого радиуса овала равным минимальному радиусу кривизны эллипса с вычислением большого радиуса овала. Минимальный и максимальный радиусы кривизны эллипса вычисляются по известным формулам

[2]. Если понадобится уточнить значение выбранного таким способом большого или малого радиуса овала с целью еще большего приближения к контуру эллипса, то это уже будут несущественные изменения.

Следует отметить, что в отличие от овала, не существует эллипса, эквидистантного исходному, потому что от точки к точке эллипс имеет переменный радиус кривизны. Для реализации постоянной толщины в детали с внешним контуром в виде эллипсоида необходимо по точкам строить эквидистантную кривую к исходному эллипсу и выглаживать ее сплайном.

В работе рассматриваются примеры, взятые из практики конструирования и из технической литературы [3, 4], исполнения элементов конструкций ЛА в виде эллипса или эллипсоида вращения и возможность замены эллипса на овал.

Заключение. Представленный способ замены эллипса на овал позволяет создавать более технологичные конструкции элементов ЛА, сократить время изготовления и снизить затраты в производстве.

Список источников

- [1] Каверин В.А., Щукин Д.А. Овал и конус с основанием в виде овала. Математические и прикладные вопросы. *XLII Академические чтения по космонавтике. Тр. сек. 22 имени академика В.Н. Челомея*, Реутов, АО ВПК «НПО машиностроения», 2018, вып. 6, с. 79–87.
- [2] Выгодский М.Я. *Справочник по высшей математике*. Москва, АСТ, 2002, с. 64–69; с. 580–583.
- [3] Погорелов В.И. *Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций*. Санкт-Петербург, БГТУ, 2005, 154 с.
- [4] Дергачев А.А., Каверин В.А., Шаповалов А.И., Петроченко А.М., Морозов Е.Е., Белов М.В., Лобзов Н.Н., Абдуллаев И.Г. *Носовой обтекатель высокоскоростного летательного аппарата в транспортно-пусковом контейнере и способ его сборки*. Патент № 2776123 С1 РФ, 2022, бюл. № 20.