К ВОПРОСУ ОБ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ, ЗАДАННЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИМИ ПЛОСКИМИ КРИВЫМИ

С.Н. КРИВОШАПКО*, д-р техн. наук, профессор*
Российский университет дружбы народов, Москва
117198, Москва, ГСП-6, ул. Миклухо-Маклая, 6

Аэрогидродинамические поверхности – это поверхности плавающих тел, созданных природой и человеком. Они задаются своими главными сечениями, лежащими в координатных плоскостях. Форма линий в главных сечениях и их параметры выбираются из наперед заданных условий к будущей поверхности. Приведены неявные уравнения некоторых алгебраических аэрогидродинамических поверхностей выше второго порядка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аэрогидродинамические поверхности, плавающие тела.

Наиболее полно аэрогидродинамические поверхности представлены в работе [1], а практические методы расчета аэрогидродинамических фокусов описаны в статье [2]. Рассмотрим некоторые алгебраические аэрогидродинамические поверхности выше второго порядка Часть из них упоминается в статье [1], но имеют иную форму задания.

Конструктивная ватерлиния аэрогидродинамической поверхности, заданной непрерывным каркасом эллиптических шпангоутов (рис. 1), имеет форму обобщенной аньезианы $y = L^2B/(4x^2+L^2) - B/2$ (в сечении плоскостью xOy), мидельшпангоут выполняется в форме эллипса $4y^2/B^2 + z^2/T^2 = 1$ (в сечении плоскостью yOz), а главный батокс имеет параболическую форму $z = T - 4Tx^2/L^2$ (в сечении поверхности плоскостью xOz). Здесь T – осадка поверхности, B – ее максимальная ширина вдоль оси Oy, L – ее длина вдоль оси Ox. Неявная форма задания этой поверхности можно представить в виде:

$$y^2 \Bigg/ \left(\frac{L^2B}{4x^2+L^2} - \frac{B}{2}\right)^2 + z^2 \Bigg/ \left(T - \frac{4Tx^2}{L^2}\right)^2 = 1. \qquad (1)$$

Поверхность (1) 10-го порядка с аньезианой, эллипсом, параболой в 3-х главных координатных сечениях имеет три плоскости симметрии, совпадающие с координатными плоскостями; $-L/2 \le x \le L/2$; $-B/2 \le y \le B/2$; $-T \le z \le T$.

Поверхность, заданная непрерывным каркасом ватерлиний в форме обобщенных аньезиан, имеет те же кривые в главных сечениях, что и поверхность (1), но она будет являться поверхностью 6-го порядка (рис. 2)

$$y = \frac{L^2(T-z)B\sqrt{T^2-z^2}}{T[4x^2T + L^2(T-z)]} - \frac{B}{2T}\sqrt{T^2-z^2} \qquad (2)$$

и имеет одну плоскость симметрии yOz; $0 \le y \le B/2$; $-L/2 \le x \le L/2$; $0 \le z \le T$.

Поверхность с параболой, кривой 4-го порядка, параболой в 3-х главных координатных сечениях (рис. 3) имеет параболу $\pm y = B/2 - Bx^2/(2L^2)$ в сечении плоскостью $z = T$, кривую 4-го порядка $\pm y = [\sqrt{3}B/(2T^2)]z\sqrt{4/3Tz - z^2}$ в сечении плоскостью $x = 0$, параболу $z = Tx^2/L^2$ в сечении поверхности плоскостью $y = 0$. Здесь T – осадка поверхности вдоль оси Oz, B – ее максимальная ширина вдоль оси Oy, $2L$ – ее длина вдоль оси Ox. Начало координат расположено на низшей точке главного батокса, где одновременно находится низшая точка мидельшпангоута. Мидельшпангоут может включать в себя не всю замкнутую кривую 4-го порядка, лежащую в плоскости yOz (рис. 4), а только участки в пределах $0 \le z \le T$. Координата z для всей замкнутой кривой 4-го порядка изменяется в пределах $0 \le z \le 4T/3$. В точке $z = T$ кривая будет иметь максимальное значение y: $y_{max}(z = T) = \pm B/2$.

Наличие уравнений главных сечений позволяет конструировать поверхности по различным наперед заданным требованиям, предъявляемым к ним. По одним и тем же главным сечениям можно построить три существенно отличающиеся одна от другой поверхности (см., например, «*Поверхность 6-го порядка с параболой, кривой 4-го порядка, параболой в 3-х главных координатных сечениях*», рис. 5). Для этого, предварительно, нужно задаться непрерывным каркасом плоских кривых инцидентных семейству плоскостей, параллельных одной из трех координатных плоскостей.

Форма задания поверхности 7-го порядка (рис. 3, 4):

$$\pm y = \frac{\sqrt{3}B\sqrt{L^2 - x^2}}{2LT^2}\sqrt{\frac{4}{3}Tz - z^2}\sqrt{z^2 - \frac{T}{L^2}x^2 z},$$

где $-L \le x \le L$; $-B/2 \le y \le B/2$; $0 \le z \le T$. Поверхность 6-го порядка, изображенную на рис. 5, можно задать формулой $3B^2(4Tz/3 - z^2)(z/T - x^2/L^2)^2 = 4T^2y^2$.

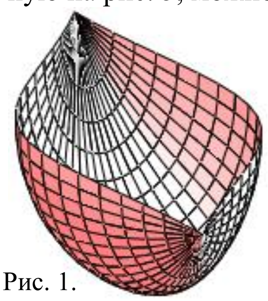
Рис. 1.

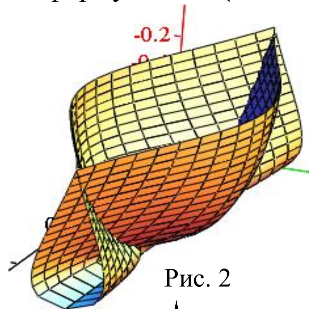

Рис. 2

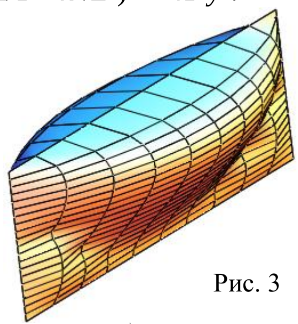
Рис. 3

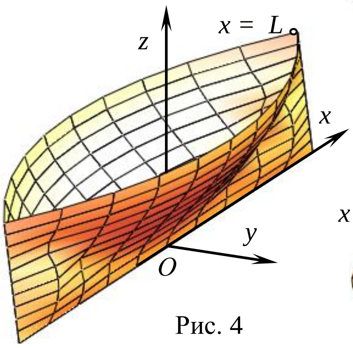

Рис. 4

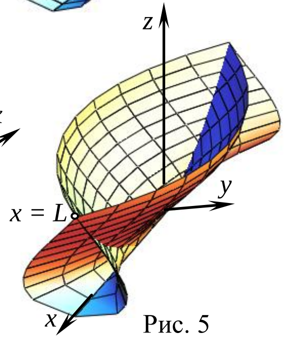

Рис. 5

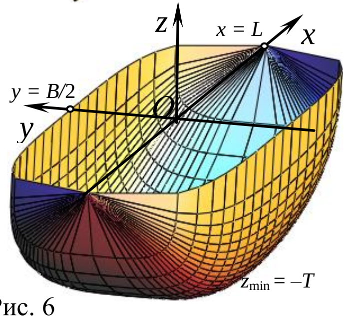

Рис. 6

На рис. 6 представлена поверхность 8-го порядка с кривой Ламе 4-го порядка, кривой Ламе 4-го порядка, эллипсом в 3-х главных координатных сечениях [3], задаваемая уравнением

$$x = uL,\ y = y(u,v) = \pm B\sqrt[4]{1-u^4}\sqrt{\cos v}/2,\ z = z(u,v) = T\sqrt{1-u^2}\sqrt{\sin v}.$$

Литература

1. *Авдоньев Е.А., Протодьяконов С.М.* Исследование геометрии некоторых поверхностей высших порядков// Прикладная геометрия и инженерная графика. – Киев, 1975. – Вып. 20. – С. 138-142.

2. *Аблисимов А.В., Бесядовский А.Р.* Практический способ расчета аэрогидродинамических фокусов// Труды ЛКИ. Средства и методы повышения мореходных качеств судов. – 1989. – С. 123-127.

3. *Авдоньев Е.Я.* Аналитическое описание корпусных поверхностей// Прикладная геометрия и инженерная графика. – Киев, 1972. – Вып. 15. – С. 156-160.

ON AERO-HYDRO-DYNAMICAL SURFACES GIVEN BY ALGEBRAIC PLANE CURVES

Krivoshapko S.N.

Key words: aero-hydro-dynamical surface, floating body, midship section.