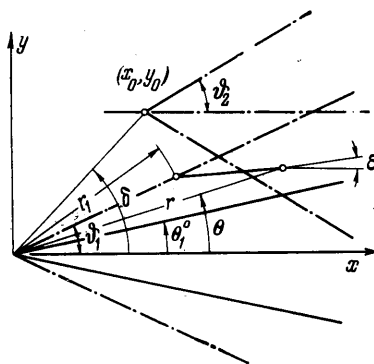


ТЕЛА, ОБРАЗОВАННЫЕ ПОВЕРХНОСТЯМИ ТОКА КОНИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ

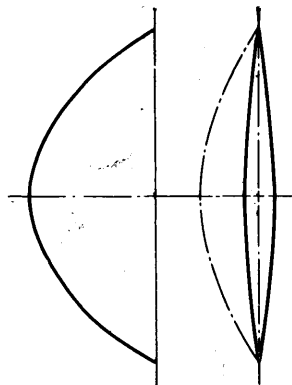
Г. И. МАЙКАПАР

(Москва)

В работе показано, что при помощи поверхностей тока сверхзвуковых течений около конусов под нулевым углом атаки можно построить довольно широкий класс тел, форму и аэродинамические характеристики которых легко рассчитать. Линии пересечения головных скачков являются ребрами тел. В отличие от тел, построенных при помощи поверхностей тока за плоскими скачками, поперечные сечения рассматриваемых тел меняются по их длине.

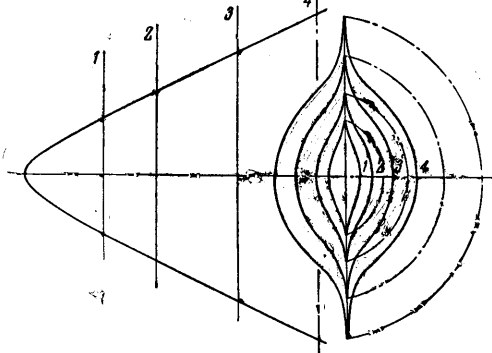


Фиг. 1

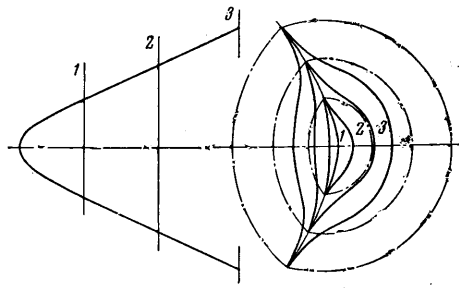


Фиг. 2

Расчеты обтекания трехмерных тел представляют весьма трудоемкую задачу и пока выполнены для немногих частных случаев. Поэтому расчеты пространственного обтекания тел, которые можно выполнить без громоздких вычислений, имеют значение, даже если эти тела и неприемлемы непосредственно для практики; такие расчеты позволяют провести некоторый анализ влияния формы на аэродинамические характеристики, выбор оптимальных решений и т. п. Автором ранее было предложено использовать для этой цели плоские скачки и системы плоских скачков уплотнения [1]. Ребра тел, построенных таким способом, являются линиями пересечения скачков, линии пересечения скачков могут также располагаться в потоке [2] или же на поверхности тела.



Фиг. 3



Фиг. 4

Ниже показано, что довольно широкий класс тел с острыми кромками может быть построен при помощи поверхностей тока осесимметричных течений за коническими скачками уплотнения.

Рассмотрим два конических скачка (фиг. 1), уравнения которых

$$\begin{aligned} y^2 + z^2 &= x^2 \tau_1^2, & (y - y_0)^2 + z^2 &= (x - x_0)^2 \tau_2^2 \\ \tau_1 &= \operatorname{tg} \vartheta_1, & \tau_2 &= \operatorname{tg} \vartheta_2, & y_0 / x_0 &= \operatorname{tg} \delta \end{aligned} \quad (1)$$

Проекция линии пересечения этих скачков на плоскость xy определяется из системы (1)

$$y_0 (2y - y_0) = [(\tau_1 - \tau_2)x + \tau_2 x_0] [(\tau_1 + \tau_2)x - \tau_2 x_0] \quad (2)$$

Из (2) видно, что линия пересечения будет плоской кривой в случае одинаковых конусов ($\tau_1 = \tau_2$), в остальных случаях она будет кривой на поверхности параболического цилиндра. Наклон плоскости пересечения скачков равен

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\operatorname{tg}^2 \vartheta}{\operatorname{tg} \delta} \quad (3)$$

линия пересечения — гипербола.

Для приближенного построения линий тока конического течения воспользуемся тем обстоятельством, что с точностью тем большей, чем больше число M_∞ , имеет место линейная зависимость разности полярного угла θ и угла наклона линии тока ε от разности $\theta - \theta^\circ$. Принимая,

$$\theta - \varepsilon = 2(\theta - \theta^\circ)$$

для линии тока получим

$$\frac{r}{r_1} = \left(\frac{\sin 2(\theta - \theta^\circ)}{\sin 2(\theta - \theta^\circ)} \right)^{1/2}$$

Рассмотрим теперь в качестве примеров тела, образуемые поверхностями тока за одинаковыми коническими скачками.

На фиг. 2 и 3 показано симметричное относительно плоскостей xy и xz тело, соответствующее случаю $x_0 = 0$, $\theta^\circ = 15^\circ$ и числу $M_\infty = 3$, штрихпунктирными линиями здесь и на следующих фигурах показаны конические скачки. Передняя часть тела близка по форме к симметричному крылу с сегментальным профилем (фиг. 2), по мере удаления от носика поперечное сечение асимптотически приближается к кругу с плоскими меридиональными ребрами (фиг. 3). (Для вычисления $\theta - \varepsilon$ использовались таблицы [3]).

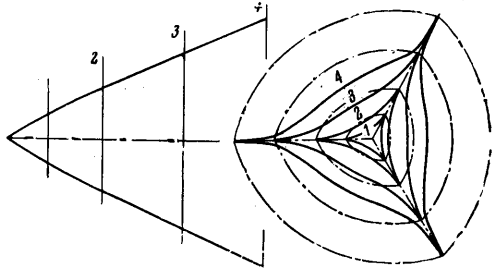
Смещение вершины одного из конусов ($\delta = 317^\circ$) приводит к асимметрии тела относительно плоскости xz (фиг. 4). Однако подъемная сила такого тела будет близкой к нулю вследствие одинаковых конических скачков, определяющих давление на верхнюю и нижнюю поверхности тела. Нижнюю поверхность тела можно рассматривать как нижнюю поверхность крыла, форма в плане которого весьма близка к треугольнику. Если расположить вершины n одинаковых конических скачков в вершинах правильного многоугольника в плоскости yz , то линии пересечения соседних скачков образуют n ребер тела с «звездообразным» поперечным сечением, на фиг. 5 и 6 показаны тела, соответствующие $\theta^\circ = 15^\circ$, $M_\infty = 3$ и $n = 3$ и 4, а на фиг. 7 — соответствующее $\theta^\circ = 15^\circ$, $M_\infty = 7$ и $n = 3$.

В отличие от простейших тел, построенных при помощи плоских скачков, рассматриваемые тела имеют форму поперечных сечений, меняющуюся по длине и асимптотически приближающуюся с удалением от носика к кругу с радиальными ребрами.

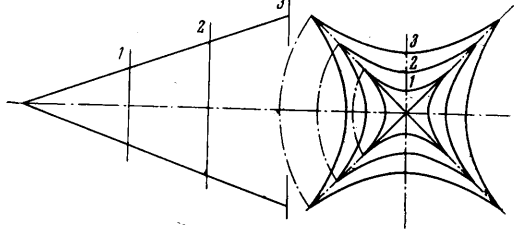
Поступило 1 VI 1965

ЛИТЕРАТУРА

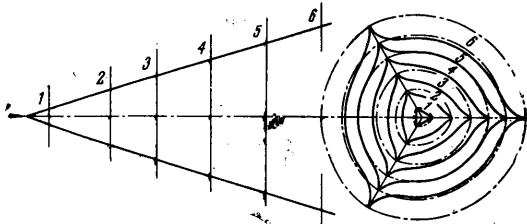
1. Майкапар Г. И. О волновом сопротивлении неосесимметричных тел в сверхзвуковом потоке. ПММ, 1959, т. 23, вып. 2.
2. Майкапар Г. И. О построении сверхзвукового течения обтекания твердых тел при помощи плоских скачков уплотнения. Изв. АН СССР. Механика и машиностроение, 1964, № 5.
3. Бабенко Н. И., Воскресенский Г. П., Любимов А. Н., Русанов В. В. Пространственное обтекание гладких тел идеальным газом. М., Изд. «Наука», 1964.



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7