

ПОСТРОЕНИЕ СИММЕТРИЧНОГО КРЫЛОВОГО ПРОФИЛЯ С ВЫБРОСОМ СТРУИ ВПЕРЕД ПО ДВИЖЕНИЮ ТЕЛА

Д. Ю. Топорков

НИИММ Казанского государственного университета

Рассмотрена задача Г.Ю.Степанова [1] построения крылового профиля по предложенной Л.И.Седовым схеме движителя, выбрасывающего жидкость вперед по движению тела. В плоскости $z=x+iy$ симметричное относительно оси x тело обтекается плоскопараллельным безвихревым потоком идеальной несжимаемой жидкости с заданной на бесконечности скоростью V_+ , которая направлена параллельно оси тела (рис. 1). Передняя часть тела образована прямым полубесконечным каналом BBA , из которого выбрасывается струя с расходом q_B , имеющая постоянную скорость $V=V_+=\text{const}>V_+$ на всей границе BC . Часть внешнего потока с расходом q входит в канал DCC , переходящий асимптотически в кольцевой канал с постоянными радиусами кривизны r_+ и r_- . На участке $CDEF$ контура тела скорость $V=V_-=\text{const}<V_+$. Из полубесконечного канала EFF жидкость вытекает с расходом $q_F=q-q_B$. Требуется построить контур профиля. Вследствие симметрии будем находить его лишь в верхней полуплоскости.

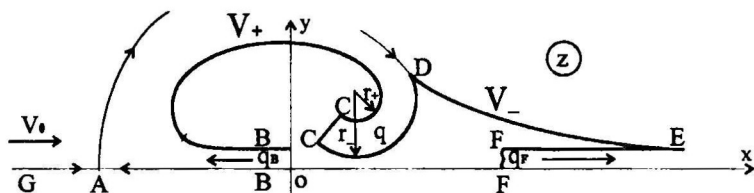


Рис. 1

Для решения задачи вводится каноническая область – полуплоскость $\text{Im}\zeta > 0$, $\zeta = \xi + i\eta$, и аналитическая в области функция $\omega(\zeta) = \ln(V_\infty^{-1} dW/dz)$. Последняя находится в явном виде по формуле Синьорини, дающей решение смешанной краевой задачи в верхней полуплоскости, ограниченное в точках смены граничных условий. Координаты контура профиля вычисляются по формуле

$$z(\xi) = \int_{\xi_B}^{\xi} e^{-\omega(\xi)} W'(\xi) d\xi + iy_B, \quad \xi_B < \xi < \xi_F, \quad \text{где комплексный потенциал течения}$$

$$W(\zeta) = \zeta - \frac{q}{\pi} \ln(\zeta - 1) + \frac{q_B}{\pi} \ln \zeta + \frac{q_F}{\pi} \ln(\zeta - f) \quad \text{восстанавливается по методу}$$

задачи при произвольном задании значений V_+ и V_- следует необходимость выполнения двух ограничений на расход q – сверху и снизу. В результате для каждого q имеем ограниченное множество G_V допустимых величин скоростей V_+ и V_- . Для $q=0.5$ множество G_V представлено на рис. 2,а, где скорости V_+ и V_- отнесены к V_∞ . Также найдена

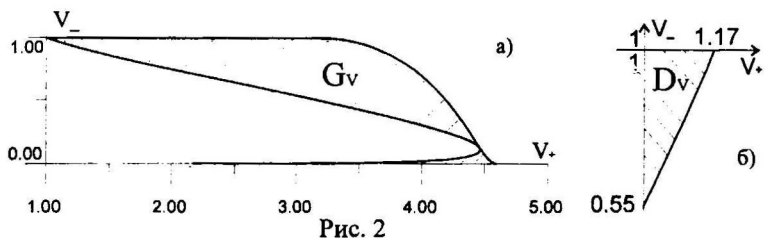


Рис. 2

область D_V значений скорости, при которых круговой канал не пересекает ось симметрии контура при минимальном расходе (рис. 2,б). Отметим, что эта область достаточно ограничена по своим размерам, и для скоростей из этой области круговой канал практически всегда касается оси симметрии профиля. На рис. 3 приведены примеры построения профилей (входные параметры указаны на графиках). На рис. 3,б профиль получен со скоростями из области D_V и минимальным расходом.

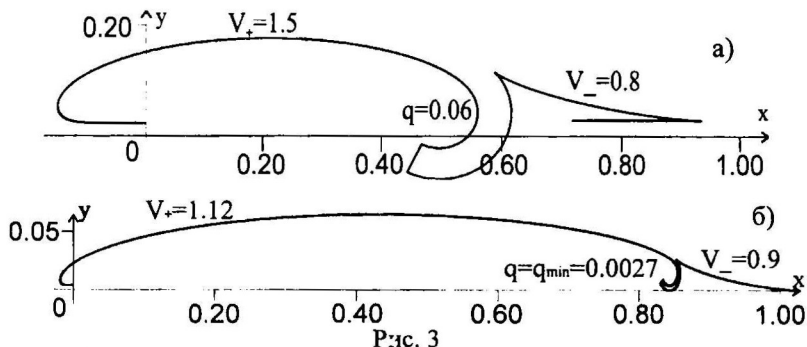


Рис. 3

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №99-01-00365).

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов Г.Ю. *Построение безотрывно обтекаемых тел в комплексе с двигателем*// Доклад на симпозиуме, посвященном 90-летию Л.И.Седова. – М., 1997.