

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

С. В. Валландер. Расчет обтекания решетки профилей. ДАН СССР, т. LXXXII, № 3, стр. 345, 1952.

В сообщении излагается метод расчета плоского потенциального потока несжимаемой жидкости через решетку профилей. Метод основывается на представлении функции, отображающей внешность единичного круга из плоскости ζ на внешность произвольной решетки профилей в плоскости z в виде суммы двух функций:

$$z = z_1 + z_2, \quad z_1 = e^{i\alpha} w_n(\zeta) \quad z_2 = \Phi(\zeta) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{C_n}{\zeta^n},$$

из которых z_1 отображает внешность круга на внешность эквивалентной решетки пластин, а z_2 отображает внешность круга на некоторую ограниченную область.

Задача конформного отображения внешности единичного круга на внешность решетки профилей сводится к определению параметров эквивалентной решетки пластин и коэффициентов разложения C_n , которые принципиально могут быть найдены путем последовательных приближений, например, при помощи гармонического анализа координат профиля на окружности $\zeta = e^{i\theta}$.

Работа вызывает следующие замечания.

1. Изложенный метод не является новым и принадлежит Л. А. Симонову [1]. Аналогичный метод был предложен Хирозе [2]. Вызывает удивление отсутствие ссылки на широко известную работу Л. А. Симонова [3], в которой тот же метод применен к задаче обтекания одиночного профиля, а для нахождения коэффициентов разложения функции $\Phi(\theta)$ развит более эффективный способ, чем используемый автором.

2. Автор ошибочно утверждает, что функция

$$P(R, \beta_n, \theta) = \frac{te^{i\beta}}{2\pi i} \left[\ln \frac{e^{i\theta} - R}{e^{i\theta} + R} + e^{-2i\beta_n} \ln \frac{e^{i\theta} - R^{-1}}{e^{i\theta} + R^{-1}} \right]$$

будет вещественной. Не требует доказательства, что необходимым условием вещественности P является $\beta_n = \beta$, т. е. такое расположение решетки профилей в плоскости z , при котором их эквивалентные пластины параллельны оси x . Автор же располагает по оси x хорду l профиля, за которую он принимает отрезок, соединяющий две наиболее удаленные точки профиля. Указанная ошибка является существенной для дальнейшего изложения метода, в частности, при определении параметров эквивалентной решетки пластин. Следует также отметить, что приведенное определение хорды профиля в некоторых случаях (например, для решетки кругов) не имеет смысла.

3. Неправильны утверждения автора о том, что в описываемом методе «задача конформного отображения решетки профилей... принципиально не отлична от соответствующей задачи для изолированного профиля» и, что следовательно, «расчет обтекания решетки не сложнее расчета обтекания изолированного профиля».

Задача нахождения коэффициентов разложения в случае решетки сложнее аналогичной задачи для одиночного профиля, поскольку необходимо определять неизвестные параметры (β_n и R) эквивалентной решетки пластин, которые могут существенно меняться в процессе последовательных приближений.

Практически описанный способ определения коэффициентов разложения в случае решетки оказывается сложнее также из-за необходимости вычисления большего числа коэффициентов, чтобы обеспечить приемлемую точность отображения. В случае густот решеток, применяемых в технике, не только обычное представление координат профиля $x(\theta)$ и $y(\theta)$ в виде рядов Фурье, но даже рекомендуемое автором

«снятие $y(\theta)$ с чертежа» оказываются практически невозможными. Чтобы убедиться в этом, достаточно попытаться применить описанный способ для любой решетки, применяемой в паровых или газовых турбинах. Причина указанной трудности заключается в большом колебании функций $x(\theta)$ и $y(\theta)$ на небольших интервалах изменения θ . В современных методах расчета решеток, годных для практического использования, эта трудность обходится путем отображения решетки профилей не на единичный круг, а на решетку кругов.

Отметим, что Л. А. Симонов в указанной выше работе использует описанный метод только в случае профилей, близких к пластинам.

4. При указанной особенности функций $x(\theta)$ и $y(\theta)$ и с учетом отмеченного выше ошибочного заключения автора о вещественности функций P требует доказательства сходимости описанного процесса последовательных приближений, особенно в случае сильно изогнутых профилей, хорды которых существенно отклоняются от направления эквивалентных пластин. Следует также иметь в виду, что при утверждениях о быстрой сходимости нельзя ссылаться на известную теорему теории рядов Фурье, согласно которой коэффициенты A_n и B_n в разложениях $x(\theta)$ и $y(\theta)$ убывают по крайней мере как n^{-3} , так как это вообще справедливо только при $n \rightarrow \infty$.

Г. С. Самойлович, Г. Ю. Степанов

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович С. Ф. Применение метода Н. Е. Жуковского к исследованию обтекания решеток профилей конечной толщины. Инженерный сборник, т. VIII, 1950.
2. Hirose K. On the conformal transformation of a wing lattice composed of airfoils of arbitrary shape. Trans. Soc. mech. Engrs. Japan, vol. 14, No 44, 1948. (Appl. Mech. Rev., vol. 3, No 4, 1950).
3. Симонов Л. А. Расчет обтекания крыловых профилей и построение профили по распределению скоростей на его поверхности. ПММ, т. XI, вып. 1, 1947.