

ТЕПЛОФИЗИКА И ГИДРОДИНАМИКА

УДК 533.6, 538.9

DOI: 10.17223/00213411/68/2/4

**О вычислении коэффициента лобового сопротивления
хорошо обтекаемого тела**С.О. Гладков¹, Н.С. Нагибин¹

¹Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет),
г. Москва, Россия

Подробно изложены результаты вычисления коэффициента лобового сопротивления хорошо обтекаемого осесимметричного (относительно направления течения континуума) твердого однородного тела. Все расчеты основаны на использовании формального математического определения коэффициента C_x в виде отношения силы сопротивления к силе Бернулли. При этом число Маха считается малым, а угол атаки равен нулю. Полученная зависимость проиллюстрирована графически в виде функции от числа Рейнольдса, линейного размера тела, относительного размера тела, а также ряда других входящих в нее параметров.

Ключевые слова: коэффициент лобового сопротивления, динамическая вязкость, число Рейнольдса.

Введение

При решении классических задач, например, когда речь идет о шаре, как в задаче Стокса, или о цилиндрическом теле, как в задаче Осеена, и подобных, вопрос о вычислении коэффициента лобового сопротивления в случае небольших чисел Маха, как правило, не возникает. Однако, если направление потока обтекаемого континуума в случае осесимметричных тел и, в частности, цилиндров, ориентировано не вдоль оси симметрии, а под некоторым углом α , который представляет собой угол атаки, то в этом случае появляется острая необходимость вычисления коэффициента лобового сопротивления, представляющего собой сложную функцию от всех входящих в него параметров (см., к примеру, статьи и монографии [1–8]).

Когда речь идет об исследовании, например полета космических аппаратов или самолетов, этот коэффициент в практическом отношении играет чрезвычайно важную роль в виде функции от числа Маха M , числа Рейнольдса R и угла атаки α .

В настоящей работе речь пойдет об аналитическом вычислении коэффициента сопротивления в случае тела, представляющего собой по форме каплю. Как отмечается в монографии [9], такая трехмерная форма представляет собой идеально обтекаемую поверхность. При этом подразумевается, что число Маха мало, а угол атаки равен нулю и, следовательно, мы имеем дело с чисто лобовым обтеканием. Положив угол атаки равным нулю, мы тем самым несколько упрощаем нашу задачу, что формально является первым шагом запланированного решения.

Опираясь при решении этой задачи мы будем на работу [10]. Так же как и в [10], речь пойдет о центральном сечении капли, толщину которого h будем считать конечной. Функциональную зависимость контура этого двумерного сечения, так же как и в [10], обозначим функцией $\eta(x)$.

Что касается самого коэффициента лобового сопротивления, то его можно ввести, исходя из общепринятого определения (см., монографию [9]), с помощью соотношения

$$C_x = \frac{2F_x}{\rho u^2 S}, \quad (1)$$

где ρ – плотность континуума; u – скорость течения; S – полная площадь поверхности; F_x – сила сопротивления.