

показывает и формула и график, центр давления может находиться не только в промежутке между носком и хвостом тела, но и вне тела, на продолжении его хорды. В частности, при $\alpha_a = 0$ центр давления находится на бесконечности; это означает, что аэродинамическое воздействие в данном случае приводится к паре сил.

Опыты и расчеты показывают, что у прямых в плане крыльев с профилем, который на всем протяжении хорды изогнут в одну сторону, $m_{z0} < 0$, поэтому при возрастании угла атаки центр давления перемещается к носку профиля.

Если же у такого крыла хвостик слегка отогнут вверх, то, как видно из рис. 3.74, возникнет $\Delta m_{z0} > 0$, и при достаточной величине отгиба можно получить $m_{z0} > 0$; в этом случае центр давления будет перемещаться при возрастании угла атаки к хвосту профиля. Такие профили называются S-образными профилями, так как их средняя линия (т. е. линия, которая делит пополам все местные толщины профиля) напоминает букву S, горизонтально расположенную. Отогнутый вверх хвостик может при балансировке самолета отчасти заменить рули высоты на горизонтальной оперении. Поэтому крылья с S-образным профилем применяются для бесхвостых самолетов.



Рис. 3.74. Схема S-образного профиля. При возрастании угла атаки центр давления такого профиля перемещается в направлении к хвосту.

§ 18. Методы экспериментального определения аэродинамических сил и моментов

В настоящее время применяется ряд методов экспериментального определения аэродинамических сил и моментов. Мы дадим здесь общую характеристику этих методов, а в дальнейших параграфах рассмотрим их более подробно.

В предыдущем (§ 8) были изложены методы экспериментального определения нормальных и касательных напряжений на поверхности тела, движущегося в жидкой или газообразной среде. Если распределение давлений и касательных напряжений известно, то аэродинамические силы и моменты могут быть найдены, в соответствии с их определением (§ 11), как *главный вектор и главный момент нормальных и касательных усилий*, распределенных по поверхности тела.

Другой метод может быть назван *динамометрическим*. Он состоит в том, что испытываемую модель присоединяют к динамометрам (аэродинамическим весам) и приводят в движение в воздушной среде или помещают в поток среды, например, в аэродинамической трубе. Вкратце этот метод уже был изложен в § 6 при описании способов испытания моделей. Этот метод позволяет непосредственно и наиболее быстро определить аэродинамические силы и моменты,

и поэтому он применяется чаще, чем другие методы. Его недостаток заключается в том, что стержни (державки), стальные ленты или проволоки, на которых обычно крепится модель, не только создают дополнительное сопротивление, которое передается на динамометры, но в той или иной мере искажают поток и, следовательно, изменяют аэродинамические силы и моменты, действующие на модель. Влияние поддерживающей системы на модель всегда необходимо учитывать с помощью дополнительных опытов, во время которых отдельные элементы поддерживающей системы устраняются или, наоборот, вносятся новые элементы.

Третий метод может быть назван *методом импульсов*. В этом методе непосредственно измеряются лишь скорости и давления в окружающей тело среде, а силы и моменты, действующие на тело, вычисляются затем по теореме импульсов или теореме о моменте импульса. Этот метод может быть применен и в лабораторной практике и в летных испытаниях, где, например, предыдущий метод неприменим.

Четвертый метод называется *баллистическим*. Он состоит в том, что испытываемая модель выстреливается обычно с помощью ракеты в атмосферу, и затем ее движение фиксируется на кинолентке. Киноаппараты, снабженные теодолитами, фотографируют модель с двух или трех точек и, таким образом, появляется запись траектории модели. Знание траектории позволяет вычислить скорости и ускорения модели, а по ускорениям — определить действующие на модель аэродинамические силы. В последнее время применяют телеуправляемые модели, на которых отклонения органов управления производятся передачей команд по радио. Фиксация движения модели в воздухе позволяет судить о том, как реагирует модель на отклонения рулей, элеронов и пр. Баллистический метод особенно удобен для изучения аэродинамических сил и моментов при движении с переменной линейной и угловой скоростью, в частности при криволинейном движении. Он пригоден также для изучения устойчивости и управляемости модели.

Таковы основные методы, применяемые для экспериментального определения аэродинамических сил и моментов.

§ 19. Определение аэродинамических сил и моментов по распределению напряжений

Аэродинамическая сила и аэродинамический момент, по определению, представляют собой главный вектор и главный момент для аэродинамических нагрузок, распределенных по поверхности тела. Поэтому, если из опыта или на основании расчета известно распределение напряжений по поверхности, то могут быть найдены аэродинамическая сила и момент. Сила и момент обычно вычисляются приближенным интегрированием. Мы рассмотрим некоторые, наиболее часто