

бера—Эйлера парадокс). Наличие вязкости в реальных средах приводит к А. с. трения, а также к отрыву потока от тела, влияющему на распределение давления по поверхности тела. Возникновение ударных волн изменяет величину и распределение давления по поверхности тела, а также сказывается на сопротивлении трения (напр., стимулирует переход от ламинарного течения к турбулентному). Т. о., А. с. тела формируется в сложном взаимодействии перечисленных явлений, и вклад этих явлений в создание А. с. различен.

При дозвуковом течении осн. вклад в А. с. вносят сопротивление трения и отрыв потока с вихреобразованием. причём для хорошо обтекаемых тел (крылья, тонкие тела вращения при малых углах атаки и скольжения) — сопротивление трения, а для плохо обтекаемых — отрыв потока, вихреобразование. Режим и характер вязкого течения зависят от Рейнольдса числа  $Re$  (рис. 1).

В области дозвукового течения, когда возникают локальные зоны, где местная скорость течения достигает, а затем и превышает скорость звука,  $C_{xa}$  быстро растёт (рис. 2). А. с., обусловленное диссипацией кинетич.

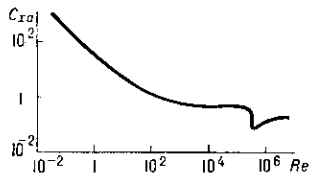


Рис. 1. Зависимость коэффициента аэродинамического сопротивления  $C_{xa}$  от  $Re$  при дозвуковых скоростях.

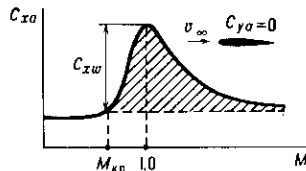


Рис. 2. Зависимость  $C_{xa}$  от числа  $M$  при коэффициенте подъёмной силы  $C_{ya}=0$ . Заштрихованная область — вклад волнового сопротивления,  $M_{кр}$  — значение числа Маха, при котором начинают возникать зоны со сверхзвуковой скоростью ( $M > 1$ ).

энергии летящего тела в ударных волнах, наз. *волновым сопротивлением*; оно вносит основной вклад в А. с. при больших сверхзвуковых скоростях для затупленных тел (например, спускаемых аппаратов). Часть А. с., связанную с созданием подъёмной силы, наз. *индуктивным сопротивлением*. Оно, также как и волновое, изменяет распределение давления в результате вихреобразования и отрыва потока. Сопротивление при нулевой подъёмной силе (для симметричного крыла — при  $\alpha=0$ ) иногда наз., в отличие от индуктивного, *профильным сопротивлением*. Тогда коэф. А. с. тела

$$C_{xa} = C_{xp} + C_{xF} + C_{xw} + C_{xi},$$

где  $C_{xp} + C_{xF}$  — коэф. сопротивления давления и трения, характеризующие профильное сопротивление,  $C_{xw}$  — коэф. волнового,  $C_{xi}$  — коэф. индуктивного сопротивления.

Осн. метод определения А. с. — *аэродинамический эксперимент*.

Лит.: Фабрикант Н. Я., Аэродинамика, М., 1964; Лойцянский Л. Г., Механика жидкости и газа, 5 изд., М., 1978; Аржаников Н. С., Мальцев В. Н., Аэродинамика, М., 1952; Аржаников Н. С., Садекова Т. С., Аэродинамика больших скоростей, М., 1965.

Ю. А. Рыжов.

**АЭРОЛОГИЯ** (от греч. *aēr* — воздух и *lógos* — слово, учение) — раздел метеорологии, в к-ром изучаются физ. процессы в свободной атмосфере, т. е. выше уровня, вплоть до к-рого сказывается непосредств. влияние поверхности Земли. Особое внимание уделяется разработке приборов (в осн. автоматических) и методов исследований. В слое до высоты 100—120 км изучаются структура полей давления, темп-ры, ветра и др. параметров атмосферы, физ. процессы в облаках и осадках, газовый и аэрозольный состав воздуха. Наряду с регулярным сбором эксперим. данных на постоянно действующей сети стационарных аэрологич. пунктов, практикуются экспедиц. исследования (в т. ч. по ме-

ждунар. программам). Для проведения экспедиций на акваториях океанов используются спец. н.-и. суда и постоянные «корабли погоды», с к-рых по определ. программе производится вертикал. зондирование атмосферы радиозондами и метеорологич. ракетами.

Исследования атм. процессов с детальным пространственным разрешением производятся с помощью самолетов-метеолaborаторий. Для изучения облаков, осадков и наблюдаемых в них воздушных движений, в т. ч. турбулентных, в А. применяются метеорологич. радиолокаторы (в осн. сантиметрового диапазона). Роль отражателей радиоволн играют сами частицы облаков и осадков. Вне облаков для радиолокац. исследований структуры воздушных потоков применяются искусств. (чаще всего дипольные) отражатели радиоволн. Изучение термич. неоднородностей атмосферы производится с помощью акустич. и радиоакустич. зондирования с Земли. В А. широко используются фотографии облаков в видимых и ИК-лучах, а также сведения о вертикал. распределении темп-ры, влажности и др. параметров, получаемых с ИСЗ. Эти данные имеют особую ценность для районов, где нет наземной аэрологич. сети.

Самый распространённый из методов аэрологич. исследований — выпуск радиозондов — приборов, поднимаемых с помощью шаров-зондов (баллонов), наполненных водородом или гелием. Стандартными радиозондами измеряются темп-ра, давление и влажность воздуха до высоты 35—40 км. Для измерений кол-ва озона и актинометрич. характеристик атмосферы используются спец. радиозондами; результаты измерений миниатюрный радиопередатчик передаёт на Землю. С помощью радиолокац. прослеживания траектории шаровозонда определяют скорость и направление ветра. Сеть радиозондирования насчитывает неск. сотен пунктов, на к-рых 1—4 раза в сутки осуществляется подъём приборов. Данные радиозондирования играют важнейшую роль при составлении прогнозов погоды. В СССР, США и нек-рых др. странах функционирует стационарная сеть ракетного зондирования, предназначенная для измерений (обычно 1 раз в неделю) термодинамич. параметров и состава атмосферы до высоты 100 км и более. Ракеты широко используются, в частности, для изучения атм. озона, что важно в связи с его большим влиянием на радиационные и термодинамические процессы и необходимостью оценки антропогенных влияний на озоносферу.

Значит. уд. вес в А. занимает изучение облаков и осадков. С помощью самолёта-лаборатории исследуются их термодинамика, фазовый состав, строение, размер и концентрация облачных частиц. Большое внимание уделяется ледяным облачным частицам и уточнению их вклада в процесс формирования осадков. Актуальность таких исследований во многом связана с интенсивными разработками методов искусств. регулирования развития облаков и осадков. Достигнуты первые успехи в создании методики рассеяния низких переохлаждённых облаков и туманов, а также подавления мощных конвективных (в т. ч. градовых) облаков. В связи с работами по усовершенствованию прогнозов погоды в А. проводятся комплексные эксперим. исследования пространственных и временных изменений трёхмерной структуры атм. фронтов, циклонов и антициклонов, изучается взаимодействие нижних (тропосфера) и верхних (страто- и мезосфера) атм. слоёв.

Лит.: Пинус Н. З., Шметер С. М., Аэрология, ч. 2 — Физика свободной атмосферы, Л., 1965; Матвеев Л. Т., Курс общей метеорологии. Физика атмосферы, Л., 1976; Зайцева П. А., Шляхов В. И., Аэрология, Л., 1978; Павлов Н. Ф., Аэрология, радиометеорология и техника безопасности, Л., 1980; Метеорология верхней атмосферы Земли, Л., 1981.

С. М. Шметер.

**АЭРОНОМИЯ** (от греч. *aēr* — воздух и *nómos* — закон) — раздел науки об атмосфере верхней, в к-ром изучаются природа и механизм возникновения разл. явлений, объясняются их временные вариации и планетарное распределение на основе использования представ-