



АЕРОДИНАМІКА (від **аеро...** і **динаміка**) — розділ **аеромеханіки**, що вивчає закони руху газоподібного середовища (передусім повітря) у взаємодії з обтічним тілом. А. використовують при розробленні авіац., ракетно-косміч., автомоб., артилер., турбомаш. техніки тощо, коли опір газу впливає на процес руху. А. поділяється на теоретичну (вивчає закономірності руху газу і його дії на тіла) й експериментальну (досліджує особливості обтікання моделей тіл в аеродинам. трубах або на літальних апаратах (ЛА) під час польоту). Осн. завдання А. — вивчення сил і моментів, що виникають під час взаємодії газу і обтіч. тіла, отримання аеродинам. характеристик ЛА (залежать від форми і стану поверхні тіла, його розмірів, швидкості й напрямку потоку повітря, щільності газ. середовища). До найважливіших аеродинам. сил належать (див. Рис.): сила лобового опору (гальмує рух, спрямована у протилеж. бік рухові паралельно обтіч. потокові); піднімальна сила (спрямована вгору, перпендикулярно обтіч. потокові); бічна сила (перпендикулярна першим двом). Ці сили прикладені в т. зв. центрі тиску, розташування якого може не збігатися з розташуванням центру мас ЛА, внаслідок чого відносно центру мас або ін. точок ЛА виникають аеродинам. моменти. Керування силами й моментами здійснюють за допомогою органів керування (відхилювальних сопел, рулів, елеронів та ін.). Сукупність величин, що характеризують взаємодію ЛА з повітр. (газ.) середовищем, становлять аеродинамічні характеристики ЛА, які враховують при виборі доціль. форми тіла, а також при розрахунку необхідної міцності конструкції апарата (тіла), нагрівання поверхні, пружних деформацій конструкцій, визначенні траєкторії, швидкості, дальності і тривалості польоту тощо. За надзвук. швидкостей польоту в потоці утворюються ударні хвилі (перепади густини), які різко змінюють характер обтікання і, відповідно, характер аеродинам. сил. При цьому під дією тертя і гальмування часток повітря в суміж. шарі частина кінет. енергії цих часток переходить у тепло. Політ ЛА за умов аеродинам. нагрівання потребує застосування жаротривких конструкцій, термоізоляції і навіть абляційних матеріалів. Важливим показником аеродинам. досконалості ЛА є його аеродинам. властивість — відношення підйомної сили до сили лобового опору ЛА під час руху в повітр. середовищі (залежить від аеродинам. схеми ЛА, кута атаки й швидкості польоту). Найпоширенішим засобом для моделювання процесів взаємодії обтіч. тіла з потоком газу є аеродинам. труба. Геометрично подібну модель ЛА встановлюють на спец. ваги, що дає змогу виміряти аеродинам. сили, і обдувають швидкіс. потоком повітря,

а в надзвук. трубах — надзвук. потоком газу. Крім ЛА, в аеродинам. трубах можна досліджувати моделі різноманіт. споруд (будинків, мостів, автомобілів тощо) щодо вітрових навантажень і навантажень від вибух. хвиль. Аеродинам. труби й стенди для експерим. відпрацювання моделей можуть бути різноманіт. конструкції. Найпростіші серед них — т. зв. вентиляторні труби. У них визначають аеродинам. характеристики тіл у потоках газу, які рухаються зі швидкістю, значно меншою від швидкості звуку. Для визначення характеристик при трансзвук. і надзвук. швидкостях використовують труби, створені за принципом поперед. акумулювання газу з високим тиском. Досліджуючи аеродинам. характеристики за умов розрідж. повітря, використовують барометр. камери, з яких вакуумні насоси відсмоктують повітря до тиску, що відповідає висоті польоту ЛА. До аеродинам. стендів належать ракетні й балістичні траси. На ракет. трасах можна досліджувати натурні зразки ЛА за умов транс- і надзвук. швидкостей. На балістич. трасах моделі ЛА вистрілюються зі спец. металевих приладів, і здійснюється телеметрична або візуал. фіксація параметрів їхнього руху. При цьому спостерігається повний вплив аеродинам. сил і моментів на просторовий нестационар. рух моделі. Аеродинам. характеристики розраховуються за спостережуваними параметрами руху. У натурному експерименті можна отримати повну відповідність аеродинам. характеристик реал. умовам, але це випробовування досить складне, бо потребує спец. телеметр. засобів, які фіксують усі особливості руху ЛА, для чого створюють постійні й пересувні вимірюв. пункти. Крім того, у разі складної динаміки досліджув. об'єкта різні засоби опрацювання інформації дадуть неоднакові результати, що потребує створення спец. методів їх верифікації. Аеродинам. характеристики розраховують за допомогою диференц. рівнянь газ. динаміки в частинних похідних. Існують різні моделі, що описують рух газу. Найпоширеніші — рівняння Лапласа для нестисливого газу, система диференц. рівнянь Ейлера для стисливого невязкого газу, рівняння Нав'є-Стокса для стисливого вязкого газу, інтегродиференц. рівняння Больцмана для розрідж. газу та ін. При цьому можна використати або модель ідеал. газу у вигляді рівняння стану, що зв'язує тиск, густину і температуру, або модель реал. газу, в якому відбуваються сталі чи змінні в часі хім. перетворювання або горіння. Аналіт. розв'язків за довільних гранич. умов, пов'яз. з формою ЛА, ці рівняння не мають, тому, визначаючи характеристики, використовують один із таких підходів: отримання приблизних аналіт. розв'язків при введенні певних суттєвих спрощень; знаходження

асимптотич. аналіт. розв'язків відповідно до гранич. значень визначал. параметрів; числове розв'язування на ЕОМ диференц. рівнянь. Метод близьких аналіт. розв'язків дає змогу швидко отримати результат, але зі знач. похибками. Асимптотичні розв'язки потребують високої кваліфікації дослідника і використовуються лише у окремих випадках, здебільшого далеких від реал. умов. Найбільшу точність і високий ступінь наближеності розв'язку до реал. умов забезпечують числові методи розв'язання диференц. рівнянь газової динаміки.

Історію розвитку приклад. А. поділяють на кілька періодів. На поч. 20 ст. найпоширенішими були аналіт. засоби визначення аеродинам. характеристик. Над приклад. питаннями А. в Європі працювали О. Ейфель, Л. Прандтль, О. Рейнольдс та ін. У США відомі здобутки в А. братів Райт. У Росії — М. Жуковського, С. Чаплігіна, які створили методи аеродинам. розрахунків ЛА. Велика заслуга в розробленні теор. і практ. аспектів дозвук. А. належить Б. Юр'єву, В. Струмінському, Л. Лойцянському, М. Келдишу, І. Остославському, А. Дородніцину. Наступ. період розвитку А. пов'язаний із зростанням вимог до точності визначення аеродинам. характеристик ЛА. У серед. 20 ст. забезпечити потреби розробників ЛА могла лише експерим. А. Від кін. 40-х до серед. 70-х рр. створено чимало н.-д. центрів, оснащених передовими на той час засобами назем. експерим. відпрацювання питань А. і газ. динаміки. У сучасну А. надзвук. швидкостей значний внесок зробили Є. Красильщиков, С. Христианович, В. Франкль, Л. Галін, Г. Чорний, К. Петров та ін. Становлення розрахункового й експерим. аеродинам. забезпечення розробок авіац. техніки у рад. період пов'язане з діяльністю КБ у Києві (див. [АНТК ім. О. Антонова](#)). Найбільший внесок у розвиток авіац. А. зробили [О. Антонов](#), [П. Балабуєв](#), [О. Богданов](#), [В. Єрошин](#), Д. Кива, [І. Сердюк](#) та ін., у розвиток А. ракет. техніки — [В. Ковтуненко](#), який створив каф. А. в Дніпроп. університеті. Помітна участь у розробленні засобів визначення аеродинам. характеристик [Є. Абрамовського](#), [О. Гомана](#) (Дніпроп. університет), [Ю. Різниченка](#), [Є. Яскевича](#) (КБ «Південне»), а також [В. Холявка](#) (Нац. аерокосмічний університет «Харків. авіаційний інститут») і [Є. Ударцева](#) (Нац. авіаційний університет, Київ). У Сімфероп. (нині — Таврійському) університеті під керівництвом [Ю. Рудова](#) проводилися дослідження із газодинаміки. Серед укр. центрів експерим. дослідження питань А. провідне становище займає Нац. аерокосміч. університет «Харків. авіац. інститут». Аеродинам. експерим. центр цього університету здатний вирішувати значний обсяг завдань відпрацювання ракет. і авіац. техніки. Велика аеродинам. транс- і надзвук. труба Т-6 є прикладом класич. пром. установки, що дає змогу з високою точністю проводити серійні випробовування ЛА. У Нац. авіац. університеті створ. велику дозвук. аеродинам. трубу ТАД-1, що дає змогу проводити тестування

моделей і натурних зразків за умов впливу атмосфер. утворень. Деякі ін. навч. і дослідні центри України також мають практ. досвід проведення дослідж. на власних стендах. Власну експерим. базу з А. мають чимало пром. і проект. орг-цій. У КБ «Південне» є ударна гіперзвукова аеродинам. труба «Транзит», що дає змогу проводити випробовування при числах Маха до $M = 10$, і низка барометр. камер різного об'єму. В АНТК ім. О. Антонова є дозвук. аеродинам. труба. Від 1970-х рр. набули поширення числові засоби розв'язування приклад. завдань авіац. і ракетно-косміч. промисловості. Гол. проблемою є створення універсальних програм, спроможних охопити увесь обсяг завдань — від розрахунку стаціонар. ідеал. моделі до розрахунку характеристик рухомих об'єктів у реал. часі з урахуванням реал. властивостей газів. Для цього необхідні ще потужніша обчислюв. техніка й розроблення реал. матем. моделі газу. Вирішення цих питань дасть змогу істотно скоротити час і витрати на створення ЛА. У деяких країнах, що мають необхідні обчислюв. техніку і розрахункову технологію, вже є досвід створення ЛА без залучення дорогих експерим. засобів. Україна також має достат. наук.-тех. потенціал для цього, зокрема вагомий внесок у розвиток А. роблять [В. Тимошенко](#), [В. Басс](#), [В. Хрущ](#), [В. Сіренко](#) та ін.

Рекомендована література

1. Ахієзер Н. Аеродинамічні дослід. К., 1924;
2. Некоторые вопросы прикладной аэродинамики: Сб. науч. тр. К., 1986;
3. Прикладные задачи аэродинамики: Темат. сб. науч. тр. Х., 1987;
4. Аэродинамика. Саратов, 1987;
5. Аэродинамика. Томск, 1987;
6. Аэродинамика летательных аппаратов и их систем. Куйбышев, 1987;
7. Моделирование полета и аэродинамические исследования. К., 1988;
8. Проблемы прикладной аэродинамики: Сб. науч. тр. Х., 1988;
9. Вопросы эксплуатационной аэродинамики: Сб. науч. тр. К., 1989;
10. К. Э. Циолковский и вопросы аэродинамики летательных аппаратов и дирижаблестроения. Москва, 1990;
11. Hypersonic aerodynamics. London, 1991;
12. Аэродинамика силовых установок: Сб. ст. Москва, 1994;
13. Шувалов В. А. Моделирование взаимодействия тел с ионосферой. К., 1995;
14. Асланов С. К. Кинетика дробления жидких частиц в потоке газа и теория детонации аэрозоля. К., 1996;
15. Прикладная аэродинамика: Сб. науч. тр. К., 1997;

16. Бойко А. В., Гаркуша А. В. Аэродинамика проточной части паровых и газовых турбин: расчеты, исследования, оптимизация, проектирование. Х., 1999;

17. Аэродинамика электросетевых конструкций. Д., 2000.

Ю. О. Сметанін

Бібліографічний опис:

Аеродинаміка / Ю. О. Сметанін // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001. — Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-42702>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).