



ГІДРОДИНАМІКА (від **гідро...** і **динаміка**) — розділ **гідромеханіки**, що вивчає рух рідини та сили взаємодії між рідиною і твердими тілами при їх відносному русі. Г. — теор. основа проектування суден, літаків, турбін, гідротех. споруд тощо. Методами Г. може також досліджуватись рух газу, якщо його швидкість суттєво менша за швидкість звуку в досліджуваному середовищі. У Г. рідина вважається суцільною, оскільки ігнорується її молекулярна будова, і нестисливою. Г., яку започаткували у серед. 18 ст. праці Л. Ейлера, І. Бернуллі та Ж. Лагранжа, поділяється на теор. і експериментальну.

У теор. Г. існує два методи дослідж. руху рідини: Лагранжа і Ейлера. Метод Лагранжа полягає у дослідженні руху окремих часток рідини, які розрізняють, найчастіше, за їх координатами на поч. руху. Саме ці початк. координати і час є змінними Лагранжа. Відповідно до методу Ейлера, швидкість, густина та ін. характеристики часток рідини являють собою функції часу і координат тієї точки, де певна частка перебуває у фіксов. момент часу. Рух рідини описується рівняннями нерозривності і рівняннями Ейлера для нев'язкої (ідеал.) або Нав'є-Стокса для в'язкої рідин, які зв'язують прискорення частки рідини з внутр. напругами у рідині. Їх вирішення залежать від початк. (форми границь і швидкості руху на момент його початку) і гранич. (на границях рідини) умов. Ці умови, у свою чергу, залежать від типу границі — тверда нерухома, рухома, вільна тощо. На сучас. етапі найбільш розвинутою є Г. ідеал. рідини, оскільки відповідні задачі зводяться до гранич. задач для рівняння Лапласа. Важливі практичні результати були отримані завдяки застосуванню теорії погранич. шару, що виникла на поч. 20 ст. і досі залишається осн. інструментом розв'язання багатьох тех. проблем. Суттєвий прогрес дослідж. у цій галузі за останні роки зумовлений швидким розвитком комп'ютер. техніки, яка дозволяє проводити чисел. розрахунки течій в'язкої рідини для досить високих чисел Рейнольдса. У рамках моделі ідеал. рідини Г. вивчає: збурені швидкості та розподіл тиску по поверхні тіл, що рухаються в рідині чи оточуючому їх просторі; сили, що виникають при нестационар. русі тіл в ідеал. рідині; взаємодію тіл з границями рідини; хвильові рухи на поверхні рідини; хвильові рухи в стратифіков. рідині; виникнення під'ємної сили на крилах; виникнення порожнин в рідині при її русі (кавітацію); кумулятив. ефект. У рамках моделі в'язкої рідини Г. досліджує опір під час руху тіл у рідині та турбулентність. Застосування моделі стисливої рідини вимагають: гідравліч. удар; ударні хвилі; рух зі швидкістю, наближеною до швидкості звуку в рідині або більшою за швидкість

звуку.

У результаті експерим. вивчення обчислюють безрозмірні характеристики — коефіцієнти опору, тиску, сил, моментів сил тощо залежно від критеріїв подібності — Рейнольдса, Фруда, Струхала та ін. Обробка результатів експериментів дає можливість встановити емпіричні закономірності і перевірити існуючі теорії, що, у свою чергу, дає можливість вивчати гідродинам. процеси в експериментах із газами і навпаки. Застосовують також методи аналогій, коли гідродинам. явище моделюється електр. або магнітним. При експерим. дослідж. руху тіл застосовують обладнання двох типів: з оберненим і необерненим рухами. В установках з оберненим рухом (гідродинам., кавітац. і аеродинам. труби) досліджуване тіло нерухоме, а рідина рухається. Вони мають пристрої для утримання моделей у потоці рідини, зміни їх положення відносно потоку і вимірювання діючих на модель сил і моментів. Для устаткування такого типу характерні відносно невеликі розміри моделей, але практично необмежений час експерименту. В установках з необерненим рухом (гідродинам., кавітац. та ін. басейни, обладнані пристроями для буксировки моделей) досліджуване тіло рухається, а рідина нерухома. Для устаткування такого типу характерні відносно великі розміри моделей, але обмежений час експерименту. Сучасні гідродинам. лаб. являють собою великі споруди з потуж. устаткуванням, зокрема кавітац. труба у Вашингтоні забезпечує експерименти з моделями гвинтів діаметром 0,675 м при швидкості течії до 25,7 м/с. Довжина деяких дослід. басейнів перевищує 1000 м, ширина — 15 м, швидкість руху сягає 30 м/с. Пристрій для буксирування моделі такого басейну, оснащений місцями для експериментаторів, вимірюв., фото- і кінотехнікою, важить десятки тонн. Існують також лаб. для спец. дослідж.: входу тіл у воду, випробування гідромашин, дослідж. рідини у невагомості тощо. Україна має декілька басейнів звичай. типу довжиною до 50 м, гідродинам. труби і швидкіс. (20 м/с) басейн довжиною 140 м, особливістю якого є унікал. можливість програмованого прискорення або гальмування моделей. Відповідно до великої кількості різноманіт. задач існує багато наук. напрямків і шкіл, сконцентрованих навколо певних тех. проблем.

В Україні розвиток дослідж. з ряду напрямків Г. був обумовлений створенням суден на підвод. крилах та суден з динаміч. принципами підтримки. Це стимулювало дослідж. з теорії суперкавітац. крил, теорії підвод. крил, гідрореактив. рушіїв тощо. Укр. науковці вивчають також проблеми виникнення хвиль, погранич. шару та ін. (див. Гідромеханіка). Значного успіху було досягнуто у вивченні розвинутих кавітац. течій —

суперкавітації, школи з вивчення якої в Україні започаткували Г. Логвинович (1966) і В. Пилипенко (1970). Необхідність вивчення кавітації (фіз. явища, пов'язаного з неспроможністю рідини витримувати розтягуючі напруги) зумовлена тим, що вона спричиняє руйнування гвинтів, турбін, насосів і супроводжується шумом та вібрацією механізмів. Дослідження довели, що при застосуванні режимів суперкавітації можна запобігти негатив. явищам кавітації і значно знизити опір під час руху тіл у рідині (Г. Рейхардт, М. Тулін, Г. Логвинович). Завдяки впровадженню суперкавітац. режимів руху тіл діапазон швидкостей, що розглядає Г., був підвищений до 100 м/с із застосуванням штуч. суперкавітації (Г. Логвинович, 1978), а у 1993 опанування режимом парової суперкавітації дало можливість підвищити швидкість руху тіл у воді до швидкості звуку — 1430 м/с у прісній воді при 17 °С (Ю. Савченко). Сучас.

стан експерим. Г. характеризується застосуванням незбурюючої лазер. вимірюв. техніки і комп'ютер. технологій, що дозволяє проводити детальне дослідж. структури течії і залежності гідродинам. сил від параметрів руху. Таким чином з'явилась можливість моделювати складні рухи, що виникають при маневруванні реал. об'єкта.

Рекомендована література

1. Кнэпп Р. Кавитация. Москва, 1974;
2. Русецкий А. Оборудование и организация гидродинамических лабораторий. Ленинград, 1975;
3. Войткунский Я. Справочник по теории корабля. Т. 3. Ленинград, 1985.

Ю. М. Савченко

Бібліографічний опис:

Гідродинаміка / Ю. М. Савченко // 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, 2006. — Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-29492>

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