

занятой жидкостью, и состояния движения. Граничные условия зависят от вида границ. Если граница области — неподвижная твёрдая стенка, то частицы жидкости к ней «прилипают» вследствие вязкости и граничным условием является обращение в нуль всех составляющих скорости на стенке: $v=0$. В идеальной жидкости, не обладающей вязкостью, это условие заменяется условием «непротекания» (в нуль обращается только нормальная к стенке составляющая скорости: $v_n=0$). В случае подвижной стенки скорость перемещения любой точки поверхности и скорость частицы жидкости, прилегающей в этой точке, должны быть одинаковы (в идеальной жидкости должны быть одинаковы проекции этих скоростей на нормаль к поверхности). На свободной поверхности жидкости, граничащей с пустотой или с воздухом (газом), должно выполняться граничное условие $p(x, y, z, t) = \text{const} = p_a$, где p_a — давление в окружающем пространстве. Поверхность, удовлетворяющая этому условию, в ряде задач Г. моделирует поверхность раздела жидкости с газом или паром.

Решения систем ур-ний (1) и (2) получены лишь при различных упрощающих предположениях. В отсутствие вязкости (модель идеальной жидкости, в которой $\nu=0$) они сводятся к *Эйлера уравнениям* Г. При описании течений жидкости с малой вязкостью (напр., воды) можно упростить ур-ния Г., пользуясь гипотезой о *пограничном слое*. К упрощению ур-ний Г. приводит также уменьшение числа независимых переменных до трёх — x, y, z или x, y, t , двух — x, y или x, t и одной — x . Если движение жидкости не зависит от времени t , оно наз. *установившимся* или *стационарным*. При стационарном движении $dv/dt=0$.

Наиб. развиты методы решения ур-ний идеальной жидкости. Если внешние массовые силы обладают потенциалом: $F = \text{grad}U$, то при стационарном течении ур-ние (2) после интегрирования даёт интеграл Бернулли (см. *Бернулли уравнение*) в виде

$$U + \frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} = \Gamma, \quad (3)$$

где Γ — величина, сохраняющая пост. значение на данной линии тока. Если массовые силы — это силы тяжести, то $U = gz$ (g — ускорение свободного падения) и ур-ние (3) можно свести к виду

$$z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} = \frac{\Gamma}{g}, \quad (4)$$

обычно используемому в *гидравлике*. При безвихревом движении отсутствует вращение частиц в каждой точке жидкости, т. е. имеет место *потенциальное течение* и скорость $v = \text{grad}\phi$, где ϕ — потенциал скорости. Для потенциального течения найдены решения многих частных задач: задачи о безотрывном обтекании плоских контуров, о струйных течениях, волновых движениях жидкости, об источниках и стоках, о потенциале простого и двойного слоёв и др. (см. также *Гармоническая функция*).

Успешно решены также мн. задачи о вихревых и волновых движениях идеальной жидкости (о вихревых нитях, слоях, вихревых цепочках, системах вихрей, о волнах на поверхности раздела двух жидкостей, о капиллярных волнах и др.). Развитие вычислит. методов Г. с использованием ЭВМ позволило решить также ряд задач о движении вязкой жидкости, т. е. получить в нек-рых случаях решения полной системы ур-ний (1) и (2) без упрощающих предположений. В случае *турбулентного течения*, характеризующегося интенсивным перемешиванием отдельных элементарных объёмов жидкости и связанным с этим переносом массы, импульса и теплоты, пользуются моделью «осреднённого» по времени движения, что позволяет правильно описать осн. черты турбулентного течения жидкости и получить важные практич. результаты.

Паряду с теоретич. методами изучения задач Г. применяется лаб. гидродинамич. эксперимент на моделях, основанный на *подобия теории*. Для этого используют как спец. гидродинамич. моделирующие установки (гидротрубы, гидроканалы, гидроротки), так и *аэродинамические трубы* малых скоростей, ибо при малых скоростях рабочее тело (воздух) можно считать несжимаемой жидкостью.

Разделами Г. как составной части гидроаэромеханики являются теория движения тел в жидкости, теория *фильтрации*, теория волновых движений жидкости (в т. ч. теория приливов), теория *кавитации*, теория глассирования. Движение неьютоновских жидкостей (не подчиняющихся закону трения Ньютона) рассматривается в *реологии*. Движение эл.-проводных жидкостей в присутствии магн. полей изучает *магнитная гидродинамика*. Методы Г. позволяют успешно решать задачи гидравлики, гидрологии, русловых потоков, гидротехники, метеорологии, расчёта гидротурбин, насосов, трубопроводов и др.

Лит.: Лэмб Г., Гидродинамика, пер. с англ., М.—Л., 1947; Седов Л. И., Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики, 3 изд., М., 1980; Биркгоф Г., Гидродинамика, пер. с англ., М., 1963. См. также лит. при ст. *Гидроаэромеханика*. С. З. Вишневский.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ — устройство, преобразующее часть энергии турбулентной затопленной струи жидкости в энергию акустич. волн. Работа Г. и основана на генерировании возмущений в жидкой среде при взаимодействии вытекающей из сопла струи с препятствием определ. формы и размеров либо при принудит. периодич. прерывании струи. Эти возмущения оказывают обратное действие на основание струи у сопла, способствуя установлению автоколебат. режима. Механизм излучения звука может быть различным в зависимости от конструкции Г. и, к-рая принципиально отличается от конструкций *газоструйных излучателей*, т. к., во-первых, вытекание жидкости из сопла со сверхзвуковой скоростью осуществить невозможно, а во-вторых, использование резонирующего

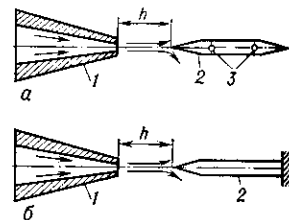


Рис. 1. Принципиальная конструкция пластинчатых гидродинамических излучателей с креплением пластинок: а — в узловых точках; б — консольно; 1 — сопло; 2 — пластинка; 3 — точки крепления (узлы колебаний).

объёма для Г. и. неэффективно ввиду относительно невысокого коэф. отражения звука на границе жидкости — металл.

Наиб. распространение получили пластинчатые Г. и., состоящие из погружённых в жидкость прямоугольного целевого сопла и заострённой в сторону струи пластинки, к-рая крепится в узловых точках (рис. 1, а) либо

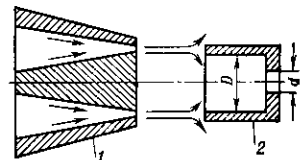


Рис. 2. Конструкции гидродинамического излучателя с кольцевым соплом 1 и полным цилиндром 2 (D — диаметр цилиндра, d — диаметр отверстия в его дне).

консольно (рис. 1, б). При патекании на пластинку потока жидкости в ней возбуждаются изгибные колебания. Для генерирования интенсивных колебаний необходимо, чтобы собств. частота пластинки и частота автоколебаний струи совпадали. В др. модификации Г. и. используется кольцевое целевое сопло 1 (рис. 2), образованное двумя конич. поверхностями, и полный цилиндр 2, к-рый может быть разрезан вдоль образующих так, что создаётся система расположенных по окружности консольных пластин.