

Всё это оказывает сильное воздействие на вещество в кавитац. области. Поверхности твёрдых тел, находящихся в области К., разрушаются (кавитац. эрозия). Воздействие К. используется для разрушения и диспергирования твёрдых тел, для УЗ-очистки поверхностей деталей, а также для эмульгирования жидкостей. Эффект кавитац. эрозии используется для оценки интенсивности К. по разрушению тонкой алюминиевой фольги, помещаемой в кавитац. область. Если жидкость насыщена газом, то газ диффундирует в пузырьки, к-рые, всплывая, уносят газ и уменьшают его содержание в жидкости (дегазация). К. оказывает вредное воздействие на работу излучателей звука в жидкости, ограничивая возможность дальнейшего повышения интенсивности излучаемого звука. Воздействием на вещество в зоне К. пользуются для возбуждения и ускорения хим. реакций, чему способствует появление диссоциированных и ионизированных компонент вещества, для уничтожения вредных микроорганизмов, экстрагирования ферментов из животных и растительных клеток и др. Возникновение К. в криогенных жидкостях на центрах ионизации используется для визуализации треков частиц высоких энергий в пузырьковых камерах.

Лит.: Бергман Л., Ультразвук и его применение в науке и технике, пер. с нем., 2 изд., М., 1957; Физика и техника мощного ультразвука, под ред. Л. Д. Розенберга, [кн. 2] — Мощные ультразвуковые поля, М., 1968; Сетте Д., Исследование зародышей кавитации, в кн.: Подводная акустика, пер. с англ., М., 1970; Ультразвуковая технология, под ред. Б. А. Аграната, М., 1974; Гасенко В. Г., Соболев В. В., Поведение сферической кавитационной полости в звуковом поле, в кн.: Волновые процессы в двухфазных системах, Новосибир., 1975; Lauterborn W., Optic cavitation, «J. Phys.», 1980, v. 41, № 11, suppl., p. 273. К. А. Наугольных.

**КАДМИЙ** (Cadmium), Cd, — хим. элемент II группы периодич. системы элементов, ат. номер 48, ат. масса 112,41. Природный К. состоит из смеси 8 стабильных изотопов с массовыми числами 106, 108, 110—114 и 116, среди к-рых наиб. распространены  $^{114}\text{Cd}$  (28,85%) и  $^{112}\text{Cd}$  (24,07%), а менее всего  $^{108}\text{Cd}$  (0,83%). Ядра  $^{113}\text{Cd}$  характеризуются высоким сечением захвата тепловых нейтронов ( $\sigma = 2,5 \cdot 10^{-24}$  м<sup>2</sup>; для природной смеси изотопов  $\sigma = 2,4 \cdot 10^{-25}$  м<sup>2</sup>). Электронная конфигурация двух внешних оболочек  $4s^2 p^8 d^{10} 5s^2$ . Энергии последовательной ионизации 8,994 и 16,908 эВ. Кристалло-химический радиус атома К. 0,156 нм, радиус иона  $\text{Cd}^{2+}$  0,099 нм. Значение электроотрицательности 1,46.

В свободном виде К. — серебристо-белый ковкий и тягучий металл, кристаллич. решётка гексагональная с постоянными рёбрами  $a = 0,296$  нм и  $c = 0,563$  нм. Плотн. 8,65 кг/дм<sup>3</sup>,  $t_{\text{пл}} = 321,1$  °С,  $t_{\text{кип}} = 766,5$  °С, уд. теплоёмкость  $c_p = 26$  Дж/моль · К, теплота плавления 6,23 кДж/моль, теплота испарения 99,6 кДж/моль, коэф. термич. расширения  $2,9 \cdot 10^{-5}$  К<sup>-1</sup> (0 °С), теплопроводность 97,55 Вт/(м · К) (0 °С). Уд. сопротивление  $7,57 \cdot 10^{-2}$  мкОм · м (20 °С), температурный коэф. сопротивления  $4,0 \cdot 10^{-3}$  К<sup>-1</sup> (0—100 °С). Модуль упругости 63,1 ГПа (5 °С), предел прочности при растяжении 63 МН/м<sup>2</sup>, предел упругости 2,9 МПа, предел текучести 9,8 МН/м<sup>2</sup>. Тв. по Бринеллю 160—200 МПа. В хим. соединениях проявляет степень окисления +2 и является близким аналогом цинка. Растворимые в воде соединения К., а также его пары ядовиты.

Металлич. К. применяют в ядерных реакторах для изготовления регулирующих и аварийных стержней. Из кадмиевых пластин изготавливают отрицат. электроды в щелочных аккумуляторах. К. содержит легкоплавкие сплавы типа сплава Вуда и др. Покрытие тонкой плёнкой из К. (т. н. кадмирование) повышает корроз. устойчивость стальных изделий. Некоторые соединения К. являются полупроводниковыми материалами. Из искусственных радионуклидов К. наибольшее значение имеют  $\beta$ -радиоактивный  $^{115\text{m}}\text{Cd}$  ( $T_{1/2} = 44,6$  сут) и  $^{109}\text{Cd}$  (электронный захват,  $T_{1/2} = 453$  сут).

С. С. Бердоносев.

## КАДОМЦЕВА — ПЕТВИАШВИЛИ УРАВНЕНИЕ — ур-ние

$$\frac{\partial}{\partial x} (u_t - \text{div} u_x - u_{xxx}) = 3\alpha^2 u_{yy};$$

описывающее нелинейные волны в двумерных средах со слабой дисперсией. Обладает той же степенью универсальности, что и Кортевега — де Фриса уравнение в одномерном случае (отсюда и второе назв. К.—П. у.—двумерное ур-ние Кортевега — де Фриса). Получено Б. Б. Кадомцевым и В. И. Петвиашвили в 1970. Принадлежит к числу ур-ний, интегрируемых обратной задачи рассеяния методом К.—П. у. представляет собой гамилтонову систему, имеющую бесконечный набор интегралов движения; входящие в этот набор интегралы

$$\frac{\partial}{\partial t} \iint u^2 dx dy = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \iint \left[ \frac{u_x^2}{2} - u^3 - \frac{3\alpha^2}{2} w^2 \right] dx dy = 0,$$

где  $w = \int_{-\infty}^x u_y dx$ , имеют смысл законов сохранения импульса и энергии для среды, описываемой этим ур-нием К.—П. у. связано со мн. известными ур-ниями: обычным и радиальным ур-нием Кортевега — де Фриса, ур-нием Буассинеса (стационарным К.—П. у.) и др. Для К.—П. у. найдено неск. точных решений разл. вида, в т. ч. одномерный солитон

$$u = 2\kappa^2 / \text{ch}^2 \kappa (x - 4\kappa^2 t - x_0), \quad (*)$$

где  $\kappa$ ,  $x_0$  — постоянные.

Свойства К.—П. у. зависят от знака величины  $\alpha^2$ , к-рый определяется характером дисперсии. В среде с положит. дисперсией, когда  $\alpha^2 > 0$ , солитон (\*) неустойчив по отношению к двумерным возмущениям. При  $\alpha^2 < 0$  одномерный солитон устойчив.

Лит.: Теория солитонов. Метод обратной задачи, М., 1980; Солитоны, под ред. Р. Буллафа, Ф. Копри, пер. с англ., М., 1983; Абловиц М., Сигур Х., Солитоны и метод обратной задачи, пер. с англ., М., 1987. Ю. А. Данилов.

**КАЗИМЬРА ОПЕРАТОР** — полином, составленный из генераторов  $I_\alpha$  представления группы Ли, коммутирующих со всеми  $I_\alpha$  и, следовательно, со всеми операторами представления К. о. входят в полный набор  $\Pi$  коммутирующих операторов, выделяемый из всевозможных эрмитовых ф-ций генераторов, и составляют часть набора  $\Pi$ , инвариантную относительно действия группы. Одновременные собственные значения К. о. классифицируют неприводимые представления группы.

В квантовой теории физ. величинам соответствуют эрмитовы операторы, а одновременные собств. значения операторов полного набора  $\Pi$  наз. квантовыми числами состояния, преобразующегося по данному представлению группы. Напр., у группы вращений  $SO(3)$  имеется К. о.  $I^2 = I_1^2 + I_2^2 + I_3^2$  с собств. значением  $j(j+1)$ , где  $I_j$  — компоненты угл. момента, а в качестве набора  $\Pi$  можно взять  $I^2$  и  $I_3$ . У группы Пуанкаре два К. о.:  $P^2 = P_\alpha^2 = P_0^2 - P_1^2 - P_2^2 - P_3^2$  и  $W^2 = W_\alpha^2$ , где  $W_\alpha = \epsilon_{\alpha\beta\gamma\delta} P_\beta M_{\gamma\delta}$ , а  $M_{\gamma\delta}$  и  $P_\beta$  — компоненты 4-момента и 4-импульса. Собственные значения К. о. равны соответственно  $m^2$  и  $m^2(j+1)$ , где  $m$  — масса,  $j$  — полный момент состояния.

Лит.: Боголюбов Н. Н., Логунов А. А., Тодоров И. Т., Основы аксиоматического подхода в квантовой теории поля, М., 1969, гл. 2; Эллиот Дж., Дюбер П., Симметрия в физике, пер. с англ., т. 1—2, М., 1983. В. П. Павлов.

**КАЛИБРОВКА** мер — сложный вид поверки, заключающийся в определении погрешностей или поправок совокупности мер (напр., набора гирь) или разл. значений одной многозначной меры (напр., линейной шкалы). К. осуществляется сравнением мер между собой в разл. сочетаниях и последующим