

одновременно интегрировать уравнения движения среды и тела, движущегося в этой среде (задачи о движении тел в воде или воздухе, о пробивании брони и т. п.).

Изучение движения Д. с. значительно упрощается, когда скорости механич. перемещений настолько малы, что диссипативные силы можно считать линейными ф-циями обобщённых скоростей. В этих случаях диссипация энергии может быть охарактеризована т. н. диссипативной функцией, численно равной половине полной механич. энергии системы, рассеивающейся в единицу времени, и диссипативные силы могут быть просто выражены через эту ф-цию.

Лит. см. при ст. *Динамика, Диссипативная функция, Кинетика физическая, Термодинамика неравновесных процессов.*

С. М. Тарг.

ДИССИПАТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ — устойчивые пространственно неоднородные структуры, возникающие в результате развития неустойчивостей в однородной неравновесной *диссипативной среде*. Термин предложен И. Пригожиным (I. Prigogine). Примером Д. с. могут служить ячейки Бенара (чередование восходящих и нисходящих конвекционных потоков в жидкости), страты в плазме, неоднородные распределения концентраций в хим. реакторах, перистые облака и др. явления. Основы общей теории Д. с. сформулированы А. Тьюрингом (A. Turing) в 1952.

Простейшие модели Д. с. описываются двумя динамич. переменными x, y , зависящими от времени t и одной пространственной координаты r :

$$\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial t} &= P(x, y) + D_x \frac{\partial^2 x}{\partial r^2}, \\ \frac{\partial y}{\partial t} &= Q(x, y) + D_y \frac{\partial^2 y}{\partial r^2}. \end{aligned} \quad (*)$$

Система (*) описывает кинетику нелинейных процессов (физ., хим., биол. и т. д.) с учётом миграции компонент x и y (в частности, за счёт диффузии) в соседние области пространства. Величины D_x и D_y — коэф. диффузии, нелинейные ф-ции $P(x, y)$ и $Q(x, y)$ описывают прирост и убыль компонент x и y . Если Д. с. образуются на отрезке длины L ($0 \leq r \leq L$) с непроницаемыми концами, граничные условия имеют вид $\partial x / \partial r = \partial y / \partial r = 0$ при $r=0, L$. Образование Д. с. возможно при след. условиях. 1) Одна из переменных (напр., x) является «автокаталитической», другая (y) — «демпфирующей». Это значит, что в системе, линеаризованной вблизи стационарного состояния \bar{x}, \bar{y} [такого, что $P(\bar{x}, \bar{y}) = Q(\bar{x}, \bar{y}) = 0$], величина $\partial P / \partial x|_{\bar{x}, \bar{y}}$ положительна, а величина $\partial Q / \partial y|_{\bar{x}, \bar{y}}$ отрицательна. Величины $\partial P / \partial y$ и $\partial Q / \partial x$ также должны иметь разные знаки. Такие условия выполняются лишь в термодинамически неравновесных *открытых системах*; согласно терминологии Пригожина, они относятся к области «нелинейной термодинамики». 2) Коэф. диффузии автокатализатора должен быть меньше коэф. диффузии для демпфера (т. е. $D_x < D_y$).

При выполнении условий (1) и (2) однородное стационарное состояние $x = \bar{x}, y = \bar{y}$ может терять устойчивость по отношению к гармонич. возмущениям с определённой длиной волны, соизмеримой с L . Значения параметров системы (*), при к-рых декремента затухания упомянутых возмущений обращается в нуль, наз. бифуркационными, а само явление — *бифуркацией* Тьюринга. Система отбирает из внеш. возмущений огранич. число гармонич. мод (в предельном случае одну), к-рые могут нарастать. Их нарастание стабилизируется нелинейными членами ф-ций $P(x, y)$ и $Q(x, y)$. При значениях параметров, близких к бифуркационным, образуется плавная гармонич. Д. с. Вдали от точки бифуркации возникают контрастные Д. с., к-рые состоят из узких участков резкого изменения автокаталитич. переменной x , чередующихся с широкими участками плавного изменения переменных. При об-

ратном соотношении между коэф. диффузии ($D_x \gg D_y$) в системе возникают *автоволны*. Все изученные модели Д. с. разбиваются на два класса, к-рые можно привести в соответствие с катастрофами типа «складка» и «борка» (см. *Катастроф теория*). Класс Д. с. определяется числом экстремумов ф-ции $\bar{y}(x)$, являющейся решением уравн. $P(x, \bar{y}) = 0$.

В случае одного экстремума (складка) контрастная Д. с. состоит из ряда узких «пиков» автокаталитич. переменной $x(r)$, разделённых длинными участками плавного изменения обеих переменных. Если имеется два экстремума (борка), то возможно образование контрастных Д. с. ступенчатой формы, состоящих из широких участков повышенного и пониженного содержания автокатализатора; узкие границы между ними — фронты резкого изменения $x(r)$.

На отрезке длины L может существовать несколько (много) разл. периодич. Д. с., реализации каждого решения зависят от истории возникновения Д. с. Контрастные Д. с. весьма чувствительны к малым неоднородностям пространства, поэтому могут возникнуть достаточно стабильные неперiodич. Д. с. (в к-рых длины плавных участков различны). Теорию Д. с. используют для качественного описания явлений самоорганизации в природе. В частности, в *биофизике* её применяют для описания спонтанного возникновения структуры при развитии организма (морфогенез), пространственно неоднородного распределения особей в экологии и структуры колоний у ряда микроорганизмов. Теория Д. с. входит как существ. часть в *синергетику* и теорию автоволн.

Лит.: Николис Г., Пригожин И., Самоорганизация в неравновесных системах, пер. с англ., М., 1979; Васильев В. А., Романовский Ю. М., Яхно В. Г., Автоволновые процессы в распределённых кинетических системах, «УФН», 1979, т. 128, с. 625; Кернер Б. С., Осипов В. В., Стохастически неоднородные структуры в неравновесных системах, «ЖЭТФ», 1980, т. 79, с. 2218; Turing A. M., Chemical basis of morphogenesis, «Phil. Trans. Roy. Soc. Ser. B», 1952, v. 237, p. 37. Д. С. Чернавский.

ДИССИПАЦИЯ ЭНЕРГИИ (от лат. dissipatio — рассеяние) — переход части энергии упорядоченных процессов (кинетиц. энергии движущегося тела, энергии электрич. тока и т. п.) в энергию неупорядоченных процессов, в конечном счёте — в теплоту. Системы, в к-рых энергия упорядоченного движения с течением времени убывает за счёт Д. э., переходя в др. виды энергии, напр. в теплоту или излучение, наз. диссипативными. Для учёта процессов Д. э. в таких системах при определ. условиях может быть введена *диссипативная функция*. Если Д. э. происходит в замкнутой системе, то энтропия системы возрастает. Д. э. в *открытых системах*, обусловленная процессами уноса энергии из системы, напр. в виде излучения, может приводить к уменьшению энтропии рассматриваемой системы при увеличении полной энтропии системы и окружающей среды. Это, в частности, обеспечивает важную роль процессов Д. э. в уменьшении уд. энтропии вещества на стадиях образования галактик и звёзд в теории горячей Вселенной. М. Ю. Хлопов.

ДИССОЦИАТИВНОЕ РАВНОВЕСИЕ — состояние газа (или разбавленного раствора), в к-ром имеет место равенство скоростей реакций распада (диссоциации) молекул и обратных реакций их воссоединения (рекомбинации) из атомов и(или) радикалов. Понятие о Д. р. используется преим. в астрофизике, где обычно приходится иметь дело с гомогенной газовой средой. Д. р. является частным выражением понятия химического равновесия.

В газе, состоящем из n компонентов, образованных m хим. элементами, может протекать $n - m$ независимых реакций, т. е. реакций, не сводимых к линейным комбинациям др. реакций. Систему независимых реакций образуют, в частности, реакции диссоциации всех входящих в газовую смесь молекул на составляющие их атомы. Условие хим. равновесия — равенство скоро-