**Лекция 4**

**СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ**

**Основные понятия, термины, определения**

*Свойство - это качественная, отличительная характеристика вещества, материала или изделия.*В материаловедении эта характеристика является заключительным звеном во взаимосвязи «состав - химическая связь — структура — свойство», а при разработке технологии и создании нового материала — основным, определяющим параметром или условием его получения.

Совокупность различных свойств предопределяет назначение материала и граничные условия его эксплуатации.

Часто, особенно производственники, используют сходные с понятием “свойство” термины, такие, как “техническая характеристика”, “основные параметры”, “технические показатели” и др., которые в конкретном контексте строительного материаловедения являются не совсем корректными. Эти термины вполне приемлемы в тех случаях, когда они не подменяют понятие “свойство”.

*Свойство — это отличительная особенность вещества, материала или изделия, которая проявляется во взаимодействии с окружающей средой или  с другими веществами и соединениями*.

В зависимости от вида окружающей среды и характера взаимодействия все свойства объединены в крупные группы. Например, теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность и др. от носятся к теплофизическим свойствам; водопоглощение, водопроницаемость и др. часто называют гидрофизическими свойствами; водостойкость, кислотостойкость, коррозионная стойкость и др. составляют группу химических свойств; упругость, пластичность, хрупкость и др. — упругодеформативные свойства, и т.д.

Количественно свойства определяются при испытании и, как правило, выражаются в физических величинах в соответствии с действующими стандартами.

**Взаимосвязь основных свойств**

Так как свойства материала являются производными от его со става, химических связей и структуры, то они взаимосвязаны и находятся в равновесии. Известно, что при изменении какого-либо одного свойства под действием каких-то факторов в большей или меньшей степени изменяются и другие свойства материала. В строительном материаловедении хорошо известны такие зависимости, как плотность — теллопроводность, плотность — прочность, теллопроводность — электропроводность упругость — пластичность и др.

**Плотность**

*Плотностью называют физическую величину, определяемую для однородного вещества его массой в единице объема.*

Для неоднородного вещества плотность *ρ* его в определенной точке есть предел отношения массы *m* к объему V при объеме, стремящемся к этой точке:

*ρ* = *lim* *m*/*V* при *V* → О.

Для характеристики макроструктуры материала с учетом наличия газовой фазы используют термин «средняя плотность», обозначаемый символом *рm.* Средняя плотность всегда меньше истинной, так как на одну и ту же единицу массы приходится больший объем (*ρср*< *ρ*). Разность между этими величинами, отнесенная к большей величине, есть пористость.

При изучении свойств кристаллов, минералов, жидких и газовых сред под плотностью подразумевают (строительное материаловедение) истинную плотность, а при изучении строительных материалов (кроме плавленых) — среднюю или кажущуюся плотность.

С точки зрения химического строения вещества, плотность есть функция его химического состава. Согласно принципу минимальной энергии каждый атом стремится взаимодействовать с максимально большим числом других атомов, что приводит к образованию плотнейших упаковок. Количественно это характеризуется коэффициентом плотности Kпл, который определяется по формуле:

Kпл = n.Vяч /Vмол

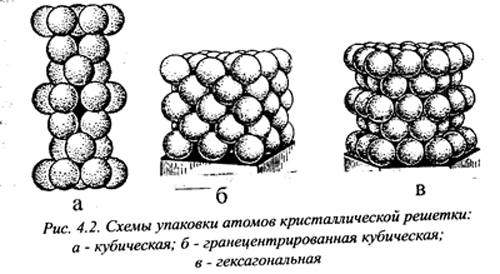
где n - число молекул в ячейке;

Vмол - объем молекулы;

Vяч - объем ячейки.

Характер упаковки атомов и его влияние на плотность хорошо просматриваются на примере плотно упакованных решеток кристалла.

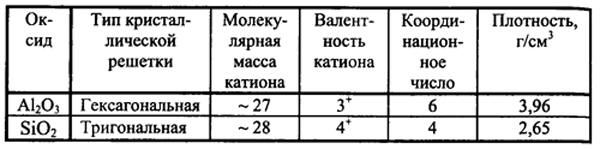
Простейшим типом кристаллической решетки является кубическая, в которой расположение атомов образует пустотность, приблизительно равную 48%. Более плотной является гранецентрированная кубическая упаковка, дающая около 26% пустот. В такой решетке каждый атом имеет 12 ближайших соседей (4 по бокам и по 4 сверху и снизу). Кроме того, она образует два типа пустот: октаэдрические (окружение из 6 атомов) и тетраэдрические (окружение из 4 атом ов). Гексагональная решетка также относится к плотнейшим упаковкам и отличается от гранецентрированной лишь способом наложения слоев (без смещения) (рис. 4.2).



Плотность кристаллических решеток оксидов очень высока, так как пустоты, образуемые ионами, частично или полностью заполнены катионами. Кроме того, при одинаковой упаковке атомов плотность зависит от молекулярной массы оксида. При равных молекулярных массах, например в силикатах, решающее значение имеет координационное число и валентность катиона. для примера сравним характеристики двух оксидов: А12O3 и SiO2 (табл. 4.2).

Из таблицы следует, что в соединениях, имеющих плотную кри сталлическую упаковку и примерно равные молекулярные массы катионов, решающее влияние на плотность оказывают более низкая валентность катиона и высокое координационное число.

Таблица 4.2. Строение оксидов и их плотность



В основе формирования структуры металлов — совсем другие принципы, нежели структуры твердых тел с ковалентной связью. Каждый атом металла окружен столькими атомами, сколько ему позволяет окружающее пространство. Поэтому кристаллическая решетка металлоидов имеет так называемую плотноупакованную структуру.

Соединения одинакового химического состава, имеющие различную структуру, характеризуются, как правило, различной плотностью. Это связано с энергетическим состоянием вещества. Чем ниже значение внутренней энергии и выше устойчивость соединения, тем выше его плотность. Известно, что при поглощении энергии (например, тепловой) телом плотность его уменьшается. Покажем это на примере полиморфных превращений кварца. При нагревании кварца поглощенная тепловая энергия идет на перестройку его кристаллической. решетки: β-кварц переходит в α-кварц и далее — в тридимит, кристобалит и, наконец, в кварцевое стекло. При этом плотность, равная 2,65 г/см3 у -кварца, уменьшается до 2,25 г/см у кварцевого стекла.

Изменение плотности одного и того же соединения при изменении его структуры может быть представлено в виде схемы:

Ркрист. стр> Рам. крист. стр> Рам. стр  или Ркристалла> Рситалла> Рстекла

Если рассматривать различные агрегатные состояния одного и того же соединения, то можно заметить:

Р тв.тела > Ржидк> Ргаза,

что вполне отвечает вышеизложенному. Исключение составляют лишь чугун и вода, у которых плотность в жидком состоянии больше плотности твердого тела.

**Теплофизические свойства**

**Теплоемкость**

#### Основные понятия, термины определения

Теплоемкость является мерой энергии, необходимой для повышения температуры материала. Эта энергия затрачивается на:

- увеличение энергии колебательного движения атомов относительно их равновесного положения в узлах решетки;

- повышение энергетического состояния некоторых электронов в решетке;

- изменение положения атомов (при образовании дефектов структуры или при перестройке структуры).

Теплоемкость вещества С — один из важнейших термодинамических параметров, значение которого используют для определения энтропии, энтальпии, энергии Гиббса и других величин. Например, согласно третьему началу термодинамики определение абсолютного значения энтропии S основано на измерении температурной зависимости теплоемкости в области низких температур и применении уравнения:

С = Т (dS/dТ),

где Т — абсолютная температура.

В термодинамической системе теплоемкость схематически расположена на отрезке прямой между термодинамическими потенциалами Т и S.

*Величина С характеризуется отношением количества теплоты сообщенного телу (системе) в каком-либо процессе, к соответствующему изменению его температуры dТ:*

С = Q/dT.

Отношение теплоемкости к массе тела m называют удельной теплоемкостью сm, а отношение теплоемкости к количеству вещества M в молях называют молярной теплоемкостью — сM:

сm = С/m [Дж/кг.К] или [ккал/кг.оС] — удельная теплоемкость;

см = С/М [Дж/моль.К] или [ккал/моль.оС] - молярная теплоемкость.

Теплоемкость зависит не только от начального и конечного состояний, но и от способа, которым был осуществлен переход между ними.

Обычно различают теплоемкость при постоянном давлении Сp (изобарический процесс) и при постоянном объеме Сv (изохорический процесс).

**Теплопроводность**

***Основные понятия, термины, определения***

Теплопроводность является физическим свойством материалов, связанным с переносом в них тепловой энергии за счет взаимодействия их мельчайших частиц (атомов, ионов, электронов, молекул).

Перенос тепловой энергии осуществляется непосредственно от частиц, обладающих большей энергией, к частицам с меньшей энергией и приводит к выравниванию температуры тела. Взаимодействие частиц происходит в результате непосредственного их столкновения, при перемещении или колебании.

Когда такие условия переноса тепловой энергии выполняются и такой вид переноса является доминирующим, соблюдается закон Фурье, согласно которому вектор плотности теплового потока пропорционален и противоположен по направлению градиенту температуры*Т(grad Т):*

Q = - λ grad Т;

где λ — коэффициент теплопроводности (теплопроводность), который не зависит от gradТ, а зависит от агрегатного состояния вещества, его атомно-молекулярного строения, состава, температуры, давления и других физических показателей.