Типы связей и их влияние на структуру и свойства материалов

Теоретическое занятие

Профессия 15.01.32 Оператор станков с числовым управлением

ОП.02 Основы металловедения

Тема 1.1. Типы связей и их влияние на структуру и свойства материалов

Преподаватель Ларина О.А.

2022

Атомно-кристаллическое строение металлов

Все металлы и сплавы имеют кристаллическое строение — атомы (ионы) расположены не хаотично, а в определенном порядке. При этом мелкие кристаллы различно ориентированы по отношению друг к другу.[1]

В твердом состоянии металл представляет собой систему из положительно заряженных ионов, «омываемых газом» из свободных коллективизированных электронов. В системе действуют электростатические силы притяжения (металлическая связь). Силы связи в металлах определяются силами притяжения и силами отталкивания между электронами и ионами. Атомы располагаются на таком расстоянии друг от друга, на котором суммарная сила взаимодействия минимальна. Поэтому в металлах атомы располагаются закономерно, в геометрически правильном порядке, соприкасаясь внешними электронными сферами, образуя правильную кристаллическую решетку, соответствующую минимальной энергии взаимодействия. Кристаллическая решетка состоит из воображаемых линий и плоскостей, проходящих через точки расположения ионов в пространстве. Наименьший объем кристалла, дающий представление об атомной структуре металла в любом объеме, называется элементарной кристаллической ячейкой.

Большинство металлов имеют кристаллическую решетку одного из трех типов.

Типы связей и их влияние на структуру и свойства кристаллов

Атомы любого вещества состоят из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, распределяющихся по энергетическим уровням. В зависимости от взаимодействия молекул, атомов, ионов и электронов в атомной структуре материалов встречается несколько типов химической связи: ионная, ковалентная, молекулярная, металлическая.

---

[1] Черепахин А. А. Основы материаловедения (металлообработка): учебник. – М.: ИНФРА - М.:, 2022.

Ионная связь обусловлена переходом электронов от одного атома к другому, и в результате образуется электростатическое притяжение между положительными и отрицательными ионами. Данная связь характерна для солей и оксидов (NaCl, MgO, LiF), это направленная прочная связь, ограничивающая движение электронов. Ионным кристаллам свойственна малая электропроводность при низких температурах, электрический ток в ионных кристаллах обеспечивается направленным потоком ионов (ионная проводимость).[2]

Ковалентная (гомеополярная) связь возникает в результате того, что электроны, находящиеся на внешнем энергетическом уровне, примерно равномерно распределены между соседними атомами. Поэтому каждый атом связан с соседним атомом парой валентных электронов. Силы притяжения между атомами слабее, чем при ионной связи, однако ковалентная связь является сильно направленной и определяет прочное взаимное расположение атомов. Ковалентные кристаллы характеризуются высокой температурой плавления, большой твердостью и малой электропроводностью, которая, как и у кристаллов с ионной связью, растет с повышением температуры. В ковалентных кристаллах, в отличие от ионных, электропроводность связана с направленным движением электронов. Ковалентную связь между атомами имеют Si, Ge, C (с решеткой алмаза).

Молекулярная связь характерна тем, что в узлах кристаллической решетки находятся устойчивые молекулы. Атомы внутри молекул сильно связаны, а между молекулами силы взаимодействия (силы Ван-дер - Ваальса) слабые и осуществляются за счет определенного смещения центров электрических зарядов в целом нейтральных молекул и их кулоновского притяжения. Молекулярные кристаллы имеют низкую температуру плавления и легко переходят из твердого состояния в газообразное. Такая связь наблюдается в твердом водороде, а также в отвердевших инертных газах.

Металлическая связь возникает, когда атомы в решетке максимально плотно упакованы (модель жестких шаров). В результате электрические поля атомных ядер

---

[2]Масанский О.А., Ковалева А.А., Гильманшина Т.Р., Казаков В.С., Лыткина С.И. Материаловедение: учебник. – Красноярск: Сибирский Федеральный Университет, 2020.

перекрываются. Электроны, находящиеся на внешних энергетических уровнях атомов, под воздействием этих полей теряют связь со своими атомами и становятся коллективными (свободными). В результате решетка металлического кристалла состоит из закономерно расположенных в пространстве положительных ионов и свободных электронов.[3]

Металлическая связь ненаправленная, электроны свободно перемещаются в решетке, обеспечивая высокую электро- и теплопроводность. У металлических кристаллов электропроводность падает с повышением температуры, т. е. они имеют отрицательный температурный коэффициент электропроводности. Неметаллы (металлоиды), в отличие от металлов, имеют положительный температурный коэффициент электропроводности, электропроводность растет при повышении температуры. К металлам относятся Na, Al, Fe, Mg, Cr, W, Ti, Ni и другие; к неметаллам - газы (H, N, O, F, C1), твердые кристаллы (B, C, Si, P, S, As).

Некоторые кристаллы занимают промежуточное положение между идеальными типами. Например, некоторые фазы обладают металлической проводимостью, но имеют ковалентные связи. Так, при легировании железа кремнием помимо основной металлической связи возникает дополнительно ковалентная связь.

[3] Свечникова Л.А., Темных В.И., Токмин А.М. Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах: учебник. – Красноярск: СФУ, 2019.

Список использованной литературы

1. Земсков Ю.П., Асмолова Е.В. Материаловедение: учебное пособие для СПО. - СПб.: Лань, 2022. – 228 с.

2. Масанский О.А., Ковалева А.А., Гильманшина Т.Р., Казаков В.С., Лыткина С.И. Материаловедение: учебник. – Красноярск: Сибирский Федеральный Университет, 2020. – 300 с.

3. Свечникова Л.А., Темных В.И., Токмин А.М. Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах: учебник. – Красноярск: СФУ, 2019. – 284 с.

4. Черепахин А. А. Основы материаловедения (металлообработка): учебник. – М.: ИНФРА-М, 2022. – 240 с.