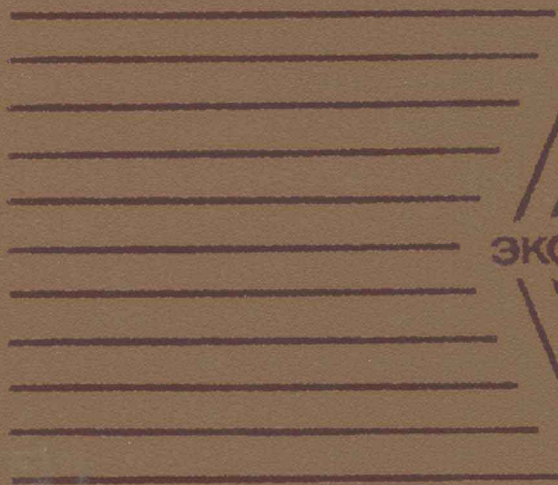


ТОВАРОВЕДЕНИЕ

ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

II



Ещенко В. Ф., Леженин Е. Д.

Е97 Товароведение хозяйственных товаров: Учебник для товаровед. фак. торг. вузов. В 2-х томах. Т. 2.— М.: Экономика, 1984.— 400 с.

Во 2-й том учебника включены сведения о хозяйственных товарах из металлов (посуда, ножевые изделия, нагревательные и осветительные приборы и др.) и бытовых электротехнических товарах (холодильники, пылесосы, стиральные машины и др.).

По каждой группе товаров рассмотрены ассортимент, показатели качества, а также приведены сведения об упаковке и хранении изделий.

Е 350300000—092
011(01)—84 123—84

ББК 65.9(2)421.5
6П9.87

*Виталий Федорович Ещенко,
Евгений Дмитриевич Леженин*

ТОВАРОВЕДЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОВ ТОМ II

Зав. редакцией В. М. Ковалев
Редактор В. Е. Мяхаленко
Мл. редактор Ю. В. Малашина
Техн. редактор Т. Г. Азанцева
Худож. редактор В. П. Рафальский
Корректор А. С. Рогозина

ИБ № 2140

Сдано в набор 27.12.83. Подписано в печать 19.04.84. А08923.
Формат 60×90^{1/16}. Бумага типогр. № 2. Литературная гарнитура.
Высокая печать. Усл. печ. л. 25,0/25,25 усл. кр.-отт. Уч.-изд. л.
27,87. Тираж 40.000 экз. Заказ № 112. Цена 1 р. 30 к. Изд. 5390.

Издательство «Экономика», 121864, Москва, Г-59,
Бережковская наб., 6.

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

В. Ф. ЕЩЕНКО, Е. Д. ЛЕЖЕНИН

ТОВАРОВЕДЕНИЕ

ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

В двух томах

Том II

Допущено Министерством торговли СССР в качестве учебника для товароведных факультетов торговых вузов



МОСКВА «ЭКОНОМИКА» 1984

ББК 65.9(2)421.5
Е97

Рецензенты:

ст. преподаватели кафедры
товароведения непродовольственных товаров
Донецкого института советской торговли
В. Л. АГБАШ и В. Е. МАСЛОВ

Е $\frac{3503000000-092}{011(01)-84}$ 123-84

© Издательство «Экономика», 1984

МЕТАЛЛОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ТОВАРЫ

Металлохозяйственные товары по принятой классификации включены в группу изделий культурно-бытового и хозяйственного назначения. Номенклатура товаров хозяйственного назначения представлена широким ассортиментом изделий, используемых в домашнем хозяйстве, индивидуальном строительстве, ремонте жилищ и на садово-огородных участках.

К металлохозяйственным товарам относят металлическую посуду, ножевые изделия и столовые приборы, металлохозяйственные товары, облегчающие домашний труд, нагревательные и осветительные приборы, приборы для окон и дверей, крепежные изделия, инструментальные товары и металлическую галантерею.

Основой производства металлотоваров являются черные и цветные металлы и их сплавы. Эти материалы позволяют получить путем целенаправленного изменения их химического состава и внутреннего строения практически неограниченное многообразие свойств изделий, необходимых для применения во всех отраслях народного хозяйства.

К концу одиннадцатой пятилетки будет произведено 117—120 млн. т готового проката черных металлов, в 1,5—2,5 раза увеличено производство холоднокатаного листа, листа из жести с защитными покрытиями. Для снижения трудоемкости и металлоемкости машин и механизмов более чем в 3 раза будет увеличено производство металлического порошка. Выпуск алюминия увеличится на 15—20 %, меди — на 20—25 %, никеля и кобальта — не менее чем в 1,3 раза; возрастет производство цинка, свинца, титана, магния, драгоценных металлов.

На основе развития черной и цветной металлургии быстрыми темпами развиваются машиностроение, металлообработка и другие отрасли промышленности. В соответствии с Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года в одиннадцатой пятилетке выпуск товаров культурно-бытового

и хозяйственного назначения должен возрасти не менее чем в 1,4 раза. Намечено также значительно расширить ассортимент товаров хозяйственного обихода, слесарного, столярного и садово-огородного инструмента. На XXVI съезде КПСС обращено внимание на необходимость ускоренного и расширенного развития производства технически совершенных изделий, отличающихся высоким качеством, новизной функционального назначения, надежностью, улучшенными потребительскими и эстетическими свойствами.

В решении этих задач существенная роль принадлежит работникам торговли, которые непосредственно связаны с промышленностью и должны лучше изучать запросы населения. В настоящее время практически нет ни одной отрасли народного хозяйства, которая не принимала бы участия в выпуске товаров хозяйственного обихода. Значительное количество металлохозяйственных товаров вырабатывают предприятия местной промышленности. Производством металлотоваров занимается большинство машиностроительных и металлургических предприятий, имеющих специализированные цехи по изготовлению этих товаров. Предприятия или цехи заводов по выпуску металлохозяйственных товаров находятся в Москве, Ленинграде, во многих городах европейской части РСФСР, на Урале и в Сибири, в Прибалтике, на Украине и в Белоруссии.

Основными поставщиками стальной эмалированной посуды являются Лысьвенский металлургический завод (город Лысьва Пермской области), Магнитогорский металлургический завод, Запорожский метизный завод, а латунной посуды — Тульский завод «Штамп» имени Ванникова. Крупными поставщиками ножевых изделий и столовых приборов являются запорожский завод «Днепроспецсталь», Челябинский металлургический завод, Павловский завод металлоизделий (город Павлово-на-Оке Горьковской области). Основной поставщик мельхиоровых изделий — Кольчугинский завод по обработке цветных металлов имени С. Орджоникидзе (город Кольчугино Владимирской области). Ножницы всех видов изготавливает специализированное п/о «Росинструмент». Эти заводы выпускают также инструменты и замки. Каслинский машиностроительный завод (город Касли Челябинской области) является крупным поставщиком мясорубок.

Инструментальные товары выпускаются специализированными предприятиями и цехами многих заводов. В РСФСР сосредоточено более половины всех инструментальных заводов, которые изготавливают около 70 % инструментов (Москва, Ленинград, Горький). Значительное количество инструментов выпускается предприятиями Украинской и Белорусской ССР.

Товары металлической галантереи вырабатываются заводом стальных изделий (Москва), заводом металлической галантереи (Ленинград) и другими предприятиями. Лезвия и безопасные бритвы изготавливаются в Москве и Ленинграде.

Фабрики по производству ювелирных изделий находятся в Москве, Ленинграде, Киеве, Свердловске, Харькове и других городах.

Металлотовары в общем товарообороте страны по группе непродовольственных товаров занимают значительное место и представлены в широком ассортименте. На потребительские свойства и качество этих товаров большое влияние оказывают исходные материалы и конструкция. Поэтому при изучении курса товароведения металлохозяйственных товаров необходимы знания основ металловедения, свойств металлов и сплавов, способов изготовления изделий и методов защиты их от коррозии.

Глава первая.

МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОВАРОВ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Основы металловедения

Металловедение — это наука о строении и свойствах металлических материалов и закономерностях изменения их свойств под воздействием тепловых, механических, химических, электромагнитных и других факторов.

Развитие науки о металлах относится к XVIII в., когда М. В. Ломоносов выпустил первый учебник горнозаводского дела в России «Первые основания металлургии и рудных дел», по которому учились несколько поколений русских инженеров.

В 1831 г. П. П. Аносов (1799—1851), разрабатывая способ получения булата, первым в мире изучил под микроскопом строение отполированной поверхности стали, предварительно протравленной кислотой. Имя Аносова связано также с разработкой методов производства качественной стали.

В 1868 г. Д. К. Чернов (1839—1921) указал на существование температур, при которых в стали происходят изменения ее внутренней структуры при нагревании и охлаждении. По существу Черновым были даны основы теории фазовых превращений в железоуглеродистых сплавах.

В 1903 г. Н. С. Курнаков (1860—1941) сконструировал самопишущий пирометр и с сотрудниками изучал особенности двойных систем, при этом были установлены закономерности физико-химического анализа сплавов.

В 1902 г. А. А. Байков (1870—1946) исследовал явления закалки сплавов, им же была основана в Петербургском политехническом институте первая в России учебная лаборатория.

Развитие металловедения и термической обработки после Великого Октября связано с работами советских ученых.

В 1929 г. начались исследования превращений в стали в изотермических условиях, которые проводили С. С. Штейнберг, Н. А. Минкевич и др.

Исключительную роль в развитии металловедения играл в 20-х годах XX в. рентгеноструктурный анализ, позволивший определить кристаллическую структуру различных фаз, описать изменения при фазовых переходах, термической обработке и деформации. В этой области важнейшее значение имели работы Г. В. Курдюмова, С. Т. Конобеевского, Н. Н. Агеева и других ученых.

В 1935 г. работы А. Л. Бабошина и Н. Т. Гудцова позволили установить принципы легирования стали.

На основе работ Н. А. Минкевича были разработаны основные закономерности химико-термической обработки стали.

С появлением электронной микроскопии во второй половине XX в. появились и работы советских ученых (Ю. А. Осипяна и др.) по установлению зависимости между электронным строением металлов и их свойствами. Разрабатываются также методы электронной дифракции, нейтронографии, микрорентгеноспектрального анализа, позитронной аннигиляции и т. п. Все эти методы открыли широкие перспективы в познании природы металлов и сплавов. Среди зарубежных ученых можно отметить Ф. Осмонда, А. Портевена (Франция), Р. Аустена, Юм-Розери (Англия), Таммана, Мартенса, Гудремона (Германия) и других ученых.

СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

В настоящее время из известных 107 элементов 83 являются металлами. Все металлы обладают характерным металлическим блеском, способностью к пластической деформации, высокой тепло- и электропроводностью, положительным температурным коэффициентом электросопротивления¹ и термоэлектронной эмиссией, т. е. способностью испускать электроны при нагреве.

Наиболее характерные свойства металлов обусловлены особенностями их внутреннего строения. Согласно современной теории атомы металла имеют на внешнем энергетическом уровне небольшое число электронов. В отличие от неметаллов внешние электроны слабо связаны с ядром и находятся в относительно свободном состоянии. Наличие легкоподвижных коллективизированных электронов проводимости и определяет химические и физические свойства металлических материалов. Число свободных электронов в разных металлах различно и зависит от условий, в которых данный металл находится (температуры, давления и др.). Этим объясняется разница в свойст-

¹ С повышением температуры электросопротивление чистых металлов возрастает.

вах разных металлов, а также в свойствах одного металла при изменении условий, в которых он находится.

Все металлы и металлические сплавы в твердом состоянии являются кристаллическими телами, в которых атомы (ионы) расположены в пространстве в строгом, периодически повторяющемся порядке, образуя кристаллическую решетку с минимальной энергией взаимодействия атомов. Кристаллическая решетка представляет собой воображаемую пространственную сетку, в узлах которой находятся атомы (ионы), образующие металл (твердое кристаллическое тело). Наименьший объем кристалла, дающий представление об атомной структуре металла во всем объеме, называют элементарной кристаллической ячейкой.

Для большинства металлов характерны три типа высокосимметричных решеток с плотной упаковкой атомов: кубическая объемно-центрированная, кубическая гранецентрированная и гексагональная.

В кубической объемно-центрированной решетке (о.ц.к.) элементарную ячейку образуют девять атомов, расположенных в узлах решетки и в центре куба (рис. 1, 1). Такой тип решетки имеют α -железо, хром, вольфрам, молибден, ванадий, натрий, литий, калий, ниобий, тантал и др.

В кубической гранецентрированной решетке (г.ц.к.) элементарную ячейку образуют четырнадцать атомов, расположенных в узлах решетки куба и в центре каждой грани (рис. 1, 2). Такую решетку имеют γ -железо, алюминий, медь, никель, свинец, кальций, серебро, золото, платина и др.

В гексагональной решетке с плотной упаковкой атомов (г.п.у.) в элементарной ячейке имеется семнадцать атомов, расположенных в вершинах шестигранной призмы, в центрах верхнего и нижнего оснований и внутри призмы в плоскости, перпендикулярной граням (рис. 1, 3). Такую решетку имеют цинк, магний, титан до 882°C (α -титан), теллур, бериллий и др.

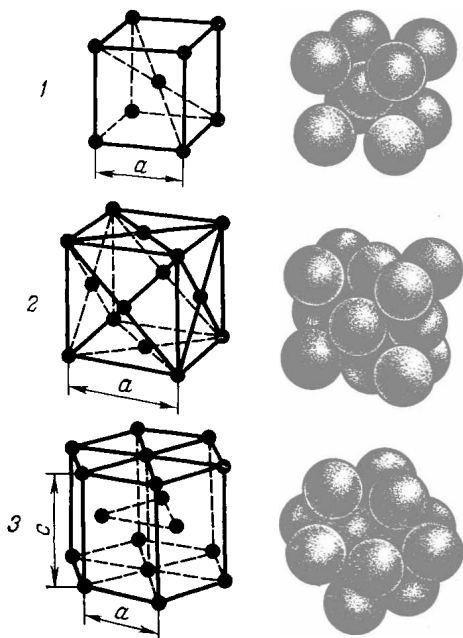


Рис. 1. Типы кристаллических решеток металлов:

1 — кубическая объемно-центрированная; 2 — кубическая гранецентрированная; 3 — гексагональная плотноупакованная; a , c — параметры кристаллической решетки

Размеры кристаллической решетки характеризуются величинами периодов, под которыми понимают расстояние между ближайшими параллельными атомными плоскостями, образующими элементарную ячейку. Кубическую систему определяет один параметр a — длина ребра куба (рис. 1, 1, 2). Гексагональная решетка характеризуется двумя параметрами a и c (рис. 1, 3) или отношением $\frac{c}{a}$, которое для плотноупакован-

ной гексагональной решетки составляет постоянную величину 1,633. Период решетки измеряется в ангстремах ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ см}$) или килоиксах ($1 \text{ кХ} = 1,00202 \cdot 10^{-8} \text{ см}$). Период решетки металлов находится в пределах от 1 до 7 \AA . Так, для алюминия $a = 4,04 \text{ кХ}$, для меди — 3,61, для ванадия — 3,03 кХ и т. д.

Важной характеристикой структуры металлов является координационное число, под которым понимают число атомов, находящихся на равном и наименьшем расстоянии от данного атома. Чем выше координационное число, тем больше плотность упаковки атомов. Для кубической объемно-центрированной решетки координационное число равно 8 и обозначается К8, для кубической гранцентрированной и гексагональной — 12 (К12).

Плотность структуры — это отношение объема, занимаемого атомами, ко всему объему решетки. Так, для о.ц.к. решетки это отношение составляет 0,68, для г.ц.к. и г.п.у. решеток — 0,74, т. е. в первой решетке атомы упакованы менее плотно.

Вследствие правильного расположения атомов в кристаллической решетке плотности атомов в различных плоскостях и направлениях различны, поэтому и многие свойства кристаллов (механические, химические, магнитные и т. д.) в разных направлениях неодинаковы. Различие свойств кристаллитов в зависимости от направления испытания получило название анизотропии. Так, для образцов монокристалла меди в различных направлениях относительное удлинение изменяется с 10 до 50 %, предел прочности — со 140 до 350 Мн/м^2 (с 14 до 35 кгс/мм^2). Технические металлы состоят из большого числа однотипно построенных кристаллитов¹, но статистически неупорядоченно ориентированных один по отношению к другому, поэтому свойства во всех направлениях более или менее одинаковы. Такие поликристаллические металлы являются изотропными.

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

Переход металла из жидкого состояния в твердое (кристаллическое) называется кристаллизацией. Причиной кристаллизации является стремление системы перейти в тер-

¹ См. Кристаллизация металлов.

модинамически более устойчивое состояние с меньшей свободной энергией, т. е. когда свободная энергия кристалла меньше свободной энергии жидкой фазы. Переход металла из одного состояния в другое происходит при определенной температуре и сопровождается резким изменением его свойств.

Кристаллизация металлов, как впервые установил Д. К. Чернов в 1878 г., состоит из двух одновременно проходящих процессов: зарождения в жидком металле центров кристаллизации (ч.ц.) и роста кристаллов из этих центров (с.к.).

Процесс кристаллизации схематично представлен на рис. 2. Предположим, что на площади, изображенной на рис. 2, за секунду возникает пять зародышей будущих кристаллов, которые растут с определенной скоростью. К концу первой секунды

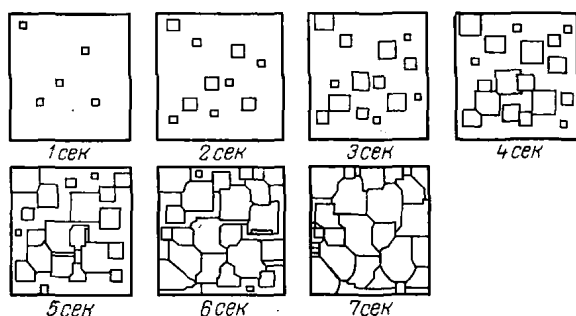


Рис. 2. Схема кристаллизации металла

образовалось пять зародышей, к концу второй они выросли и одновременно с этим возникли еще пять новых зародышей. Так, путем возникновения зародышей и их роста идет процесс кристаллизации до тех пор, пока не исчерпается вся жидкая фаза металла, т. е. кристаллизация закончится на седьмой секунде. В процессе кристаллизации, пока кристаллы окружены жидкостью, они имеют геометрически правильную форму и отличаются друг от друга размерами и ориентировкой. При соприкосновении и срастании кристаллов их правильная форма нарушается и их называют кристаллитами или зернами.

Размер образовавшихся кристаллитов определяется соотношением скорости кристаллизации и числа центров. При большом значении с.к. и малом значении ч.ц., например, при Δt_1 (рис. 3, 1) образуется крупнокристаллическая структура. При малом значении с.к. и большом значении ч.ц. при Δt_2 образуется мелкокристаллическая структура. Величина зерна зависит от температуры нагрева и разливки жидкого металла, его химического состава, наличия в нем посторонних примесей. Чем больше примесей, тем больше центров кристаллизации, тем мельче получается зерно.

Использование специально вводимых в жидкий металл примесей для получения мелкого зерна получило название модифицирования. В качестве модификаторов алюминиевых сплавов применяют ванадий, натрий, калий, титан; в качестве модификаторов сталей — алюминий, ванадий, титан; в качестве модификаторов чугуна — магний и церий. Уменьшение величины зерен при кристаллизации сопровождается значительным повышением механических свойств металла (предела прочности, твердости и др.).

Процесс кристаллизации жидкого металла можно изобразить графически (рис. 3, 1). Охлаждение металла в жидком состоянии сопровождается плавным понижением температуры, что соответствует линии oa . При достижении температуры

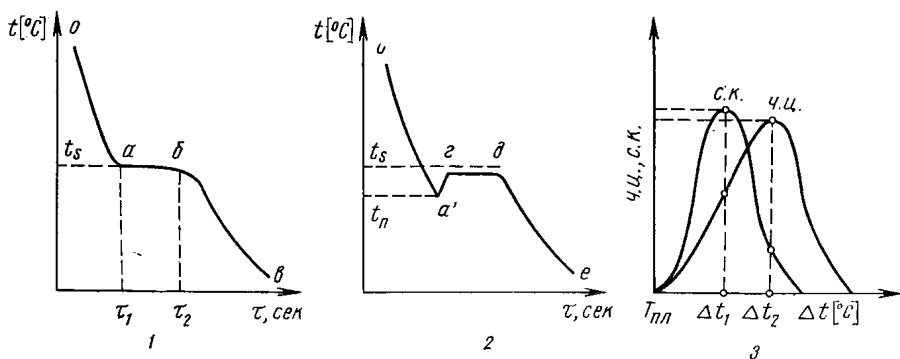


Рис. 3. Кривые охлаждения чистого металла при кристаллизации (1 и 2) и кривые скорости роста кристаллов и числа центров кристаллизации в зависимости от степени переохлаждения (3)

кристаллизации на кривой температура-время появляется горизонтальная площадка ab , которая продолжается с τ_1 до τ_2 .

При зарождении и росте кристаллов температура сохраняется постоянной за счет того, что отвод тепла компенсируется выделением скрытой теплоты кристаллизации. По окончании кристаллизации температура опять начинает снижаться и твердое кристаллическое вещество охлаждается по линии $b\epsilon$.

Температура, при которой происходит какое-либо превращение в металле (например, переход из жидкого состояния в твердое), называется критической, а точки, обозначающие начало и конец этого превращения (a и b), — критическими.

В реальных условиях в процессе кристаллизации металл обычно остается жидким ниже теоретической температуры затвердевания t_s (рис. 3, 2) и процесс кристаллизации начинается при температуре переохлаждения t_n . Величина $t_s - t_n$ является степенью переохлаждения Δt . Это переохлаждение зависит от природы металла, степени его загрязненности различными включениями и скорости охлаждения. У некоторых металлов оно мо-

жет быть значительным, например для сурьмы достигает $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ (кристаллизация начинается при $631\text{ }^{\circ}\text{C} - 41\text{ }^{\circ}\text{C} = 590\text{ }^{\circ}\text{C}$). При переохлаждении до t_n процесс кристаллизации начинается бурно, в результате чего температура металла скачкообразно повышается почти до t_s . Затем процесс протекает при постоянной температуре по линии gd , а затвердевший металл охлаждается по кривой de .

АЛЛОТРОПИЯ МЕТАЛЛОВ

Многие металлы в твердом состоянии при изменении температуры могут существовать в разных кристаллографических формах. Это явление называют полиморфизмом или аллотропией, а процесс — полиморфным или аллотропическим превращением.

Полиморфные модификации обозначают греческими буквами — α , β , γ и σ , которые в виде индексов добавляют к символу, обозначающему элемент. Аллотропическая форма, существующая при самой низкой температуре, обозначается через α , следующая — через β и т. д. Превращение одной модификации в другую при нагреве чистого металла сопровождается поглощением тепла, а при охлаждении — выделением тепла. Полиморфные превращения металлов протекают в том случае, если при данной температуре этот металл может существовать с иной кристаллической решеткой и меньшим запасом свободной энергии. Температура, при которой происходит переход одной полиморфной модификации в другую, называется температурой полиморфного превращения. Процесс полиморфного превращения протекает при постоянной температуре. Так, железо имеет две температуры полиморфного превращения: 911 и $1392\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ниже $911\text{ }^{\circ}\text{C}$ железо существует в форме α (Fe_α). При $911\text{ }^{\circ}\text{C}$ объемно-центрированная решетка Fe_α переходит в гранецентрированную решетку Fe_γ , которая при $1392\text{ }^{\circ}\text{C}$ вновь переходит в объемно-центрированную решетку Fe_α (рис. 4). Высокотемпературная решетка обозначается буквой σ (Fe_σ). Олово имеет две аллотропические модификации β и α . Обычное белое олово — β -модификация — устойчиво при температурах выше $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. При низких температурах белое олово переходит в се-

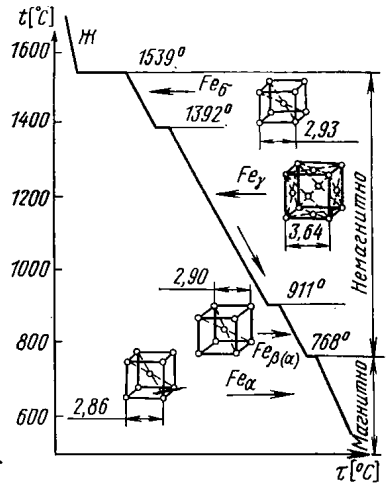


Рис. 4. Кривая охлаждения чистого железа и модификация кристаллического строения

рое — α -модификацию, превращаясь в мелкий порошок вследствие больших объемных изменений (плотность белого олова 7300 кг/м³, серого — 5800 кг/м³). Это явление называют «оловянной чумой». Переход β -модификации в α -модификацию происходит при охлаждении до температуры ниже —20 °С.

Переход из одной аллотропической формы в другую обуславливает изменение физико-механических свойств металла. Кроме железа и олова, полиморфные превращения имеют кобальт, марганец, теллур, титан, цирконий, уран и другие металлы.

СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

Чистые металлы используют в электро- и радиотехнике и почти не применяют в качестве конструкционных материалов. Основными конструкционными материалами являются металлические сплавы. Сплав — это вещество, получаемое сплавлением двух или более элементов, называемых компонентами, из которых основным является металл. Металлические сплавы имеют кристаллическое строение и обладают всеми свойствами, присущими металлам (металлический блеск, электро- и теплопроводность и т. д.). По числу компонентов сплавы делят на двойные, тройные и т. д. По характеру физико-химического взаимодействия компонентов различают три основных типа сплавов: механические смеси, твердые растворы и химические соединения.

Механическая смесь двух компонентов *A* и *B* образуется в случае, когда они неспособны к взаимному растворению в твердом состоянии и не вступают в химическую реакцию с образованием соединения. Металлы, образующие такие сплавы, сохраняют свою кристаллическую решетку. При рассмотрении микроструктуры сплава под микроскопом видны зерна обоих компонентов.

Механические смеси образуются при большом различии свойств металлов, входящих в сплав. Свойства такого сплава зависят от свойств входящих в него компонентов и их количественного соотношения. Такими сплавами являются, например, сплав свинца с сурьмой, цинка с оловом, алюминия с медью и др.

Твердый раствор образуется в том случае, если компоненты сплава обладают взаимной растворимостью как в жидком состоянии, так и в твердом. Твердый раствор — это однородное (однофазное) кристаллическое вещество, имеющее один тип кристаллической решетки. Элемент, сохранивший свою кристаллическую решетку, называют растворителем, а элемент, атомы которого вошли в эту решетку, — растворенным. Микроструктура твердых растворов представляет собой одинаковые по составу и свойствам зерна. Различают твердые растворы замещения и твердые растворы внедрения.

В твердых растворах замещения атомы растворенного компонента замещают часть атомов растворителя в его кристаллической решетке (рис. 5, *a*). При этом параметры кристаллической решетки растворителя изменяются в зависимости от разности атомных диаметров растворенного элемента и растворителя. Если атомный диаметр растворенного элемента больше атомного диаметра растворителя, то элементарная ячейка кристаллической решетки растворителя увеличивается; в противном случае она уменьшается. Твердые растворы замещения с неограниченной растворимостью образуются, если компоненты обладают однотипными кристаллическими решетками, различие в атомных размерах (Δr) компонентов не превышает 8—15% и компоненты принадлежат к одной и той же группе Периодической системы элементов с близкими по строе-

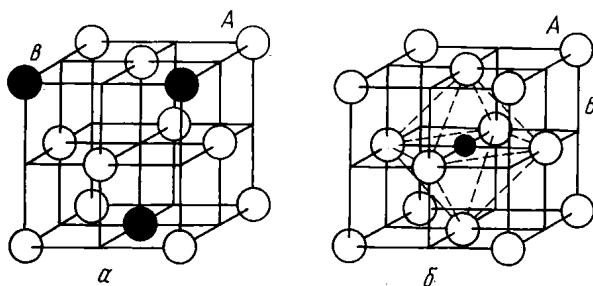


Рис. 5. Схема твердого раствора:
a — замещения; *b* — внедрения

нию валентными оболочками. Сплавы с неограниченной растворимостью образуют серебро с золотом ($\Delta r = 0,2\%$), никель с медью ($\Delta r = 2,7\%$).

В некоторых сплавах, образующих при высоких температурах растворы замещения, при медленном охлаждении протекает процесс перераспределения атомов, в результате которого атомы растворенного элемента занимают определенные места в кристаллической решетке растворителя. Такие сплавы называют упорядоченными твердыми растворами, а их структуру — сверхструктурой. Упорядоченные твердые растворы характеризуются большей твердостью, меньшими пластичностью и электросопротивлением. Сплавы со сверхструктурой образуют, например, медь с золотом (CuAu или Cu_3Au), и их можно рассматривать как промежуточные фазы между твердыми растворами и химическими соединениями.

В твердых растворах внедрения атомы растворенного элемента размещаются в кристаллической решетке растворителя, занимая места между его атомами (рис. 5, *b*). Для образования твердого раствора внедрения необходимо, чтобы отношение атомного радиуса растворенного элемента к атомному радиусу растворителя было равно или меньше 0,59.

Твердые растворы внедрения образуются при растворении в металле неметаллов с малым атомным диаметром (водород, азот, бор, углерод и др.). В твердых растворах внедрения углерода в железе условие $\frac{\Gamma_{\text{немет.}}}{\Gamma_{\text{мет}}} \leq 0,59$ не выполняется. Кон-

центрация растворенного элемента в твердых растворах внедрения, как правило, не превышает 2%. При образовании твердых растворов внедрения кристаллическая решетка растворителя искажается и в ней возникают напряжения. Это приводит к повышению прочности, твердости и электросопротивления сплава.

При образовании твердых растворов замещения и внедрения размещение атомов растворенного элемента в решетке растворителя случайное, не закономерное.

Химические соединения образуются между элементами, расположенными далеко друг от друга в Периодической системе элементов, т. е. существенно различающимися по строению и свойствам.

Химическое соединение — это однородное кристаллическое тело, состав которого постоянный и выражается формулой A_nB_m . Температура плавления (диссоциации) химического соединения постоянная.

Атомы каждого элемента в решетке химического соединения располагаются упорядоченно, т. е. атомы каждого компонента расположены закономерно и в определенных узлах решетки. Кристаллическая решетка химического соединения и все его свойства, как правило, резко отличаются от решетки и свойств входящих в него элементов. Например, цементит Fe_3C (93,33% Fe и 6,67% C) имеет сложную кристаллическую решетку, непохожую на решетку железа и углерода, и обладает совершенно иными свойствами. Твердость цементита в 10 раз выше твердости железа и несопоставимо выше твердости углерода.

Микроструктура химического соединения представляет собой разную величины и формы зерна, одинаковые по составу и свойствам. Такие сплавы могут образовывать металлы между собой ($CuZn$, $CuAl$, Cu_3Zn , Mg_2Sn , Mg_3Sb_2 , Mg_2Si , MgS и др.), называемые интерметаллическими соединениями, а также металлы с неметаллами (Fe_3C , W_2C , TiC , Fe_2N , AlN и др.). Химические соединения обычно отличаются большой твердостью, хрупкостью и высоким электросопротивлением.

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ

Диаграмма состояния — это графическое изображение состояния сплава данной системы в зависимости от температуры и концентрации компонентов. Такие диаграммы строят для равновесного, т. е. устойчивого, состояния, которое соответствует минимальному значению свободной энергии. Они

дают возможность изучить фазы и структурные составляющие сплавов, а также превращения в реальных сплавах при плавке, кристаллизации, термической обработке, горячей пластической деформации и других технологических операциях.

Диаграммы состояния строят на основе большого количества кривых охлаждения, по которым определяют критические точки начала и конца кристаллизации методом термического анализа. Для двухкомпонентных металлических сплавов диаграммы состояния строят в координатах температура-концентрация. При этом по оси абсцисс откладывают концентрацию компонентов в процентах (%), а по оси ординат — температуру в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). Крайние ординаты соответствуют чистым компонентам. Общее содержание двухкомпонентного сплава в любой точке абсциссы равно 100 %. Каждая точка на диаграмме состояния показывает состояние сплава данной концентрации при данной температуре.

Различают четыре типа диаграмм состояния двойных (бинарных) сплавов: механическая смесь, твердый раствор с неограниченной растворимостью, твердый раствор с ограниченной растворимостью и химическое соединение.

Диаграмма состояния I типа (механическая смесь). К такой диаграмме относят сплавы, оба компонента которых обладают полной взаимной растворимостью в жидком состоянии, нерастворимы друг в друге в твердом состоянии, не образуют химических соединений и не имеют полиморфных превращений. Примером такого сплава является сплав свинца с сурьмой, диаграмма состояния которого строится на основании большого числа кривых охлаждения (рис. 6, а, б, в, г, д, е).

Чистые металлы имеют одну критическую точку — температуру кристаллизации, а сплавы — две критические точки: начало и конец кристаллизации, причем вторая критическая точка соответствует температуре только 245°C . При этой температуре состав жидкой фазы всех сплавов одинаковый. Это происходит потому, что процесс кристаллизации сплавов, содержащих 90 и 95 % Pb, начинается с выделения кристаллов чистого свинца, а кристаллизация сплава, содержащего 40 % Pb, начинается с выделения кристаллов чистой сурьмы, т. е. в первом случае остающийся жидкий сплав обедняется свинцом и обогащается сурьмой, а во втором — обедняется сурьмой и обогащается свинцом. При достижении температуры 245°C из жидкой фазы происходит одновременная кристаллизация обоих компонентов — свинца и сурьмы, образуя механическую смесь. Механическая смесь двух (или более) видов кристаллов, одновременно кристаллизующихся из жидкости, называется эвтектикой (точка С), т. е. в пер. с греч. «легко плавящаяся».

Критические точки начала и конца кристаллизации, полученные на кривых охлаждения, наносят на диаграмму в коор-