

Н. С. АЛЕКСЕЕВ, Д. М. ОРЛОВ, М. Д. РЕЗОНОВ

ТОВАРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ДРЕВЕСНЫЕ

Под редакцией проф. Н. А. Архангельского

*Рекомендовано отделом кадров и учебных заведений
Министерства торговли СССР в качестве учебника
для товароведных факультетов высших экономических
учебных заведений*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОРГОВОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1959

В рецензировании учебника принимали участие: *канд. техн. наук М. Р. Гехт* (раздел «Металлические товары»), *доц. Г. П. Каллига* (раздел «Строительные товары»), *инж. Б. С. Слуцкий* (раздел «Древесные товары») Для экспертной комиссии рецензирование учебника было проведено преподавателями Харьковского института советской торговли *канд. техн. наук Т. Н. Тюремновой* (разделы «Металлические товары» и «Строительные товары») и *доц. А. Г. Кияковым* (разделы «Строительные товары» и «Древесные товары»).

Научный редактор раздела «Металлические товары» — *канд. техн. наук Р. Г. Козолупова*.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ТОВАРЫ

ВВЕДЕНИЕ

Металлургия, искусство извлечения металлов из руд, зародилась в глубокой древности. Народы, населявшие восточно-европейскую равнину (территория Советского Союза), в весьма отдаленные времена пользовались предметами домашнего обихода и воинского снаряжения, изготовленными местными мастерами из железа, меди, бронзы и других металлов. Восточные славяне, населявшие среднее Приднепровье (район Киева), уже в IV в. н. э. умели производить различные металлические изделия. Некоторые из них, как например бронзовые литые украшения, покрывались разноцветной эмалью.

В XI—XV вв. на Руси были известны топор или секира, нож, ножницы или «резальник», лопата, называвшаяся также «лыскарем» или «киркою». В письменных документах тех времен упоминаются котлы как походная амуниция воинов, сковороды, треноги, косари, гвозди, шила и др.

Широко были известны и ремесленные инструменты — пилы, долота, сверла, тесла, молотки, клещи.

Предки народов, населяющих среднеазиатские и кавказские республики, издавна славилась мастерством изготовления высококачественных клинков холодного оружия и доспехов воинов. Оружие искусно отделывалось эмалью, чернью, филигранными украшениями. Из меди, латуни и серебра выделывали блюда и другую домашнюю утварь, покрывая ее художественной чеканкой.

Древние русские металлисты — «огненные мастера» и «ковали», как известно, в изобилии обеспечивали войско металлическим оружием.

В силу экономических условий торгово-ремесленное население в средние века было сосредоточено преимущественно в городах Новгороде Великом, Москве, Пскове, Киеве, Твери и др., а отсюда ремесла распространились в районы, которые представляли удобства и выгоды по добыче сырья и сбыту изделий.

Так сложились районы, известные по выработке товаров определенных групп: по ножово-ножничному товару, висячим замкам и ремесленным инструментам — Павлово-Вачский район Горьковской области; по скобяным изделиям, дверным и мебельным замкам, а также по изделиям из латуни — Тульский район; по чугунному литью — центральные районы РСФСР, Урал и др.

Передовая роль в развитии металлургии черных металлов принадлежит отечественным ученым и техникам. М. В. Ломоносов был первым выдающимся исследователем XVIII в. в теории и практике получения металлов. Его идеи в этой области опередили западноевропейскую мысль на целое столетие.

В XVIII в. русские техники создали самые мощные и совершенные в мире доменные печи.

Из русских ученых конца XIX — начала XX вв. необходимо особо отметить металлурга М. А. Павлова, научно обосновавшего проектирование доменных и пламенных печей и разработавшего методы ведения доменного процесса. По справедливости М. А. Павлова называют основоположником современной металлургии.

В области изучения строения и свойств металлических сплавов первые работы принадлежат двум крупнейшим русским металлургам — П. П. Аносову (1797—1851 гг.) и Д. К. Чернову (1839—1921 гг.).

П. П. Аносов при исследованиях знаменитой булатной стали впервые применил микроскоп для изучения структуры металлов (1831 г.). П. П. Аносову удалось «раскрыть секрет» булата и освоить приготовление булатных клинков в России.

Д. К. Чернов еще при жизни был признан крупнейшим металловедом среди ученых всего мира.

Число его работ в области изучения металлов так велико, что перечислить их затруднительно. Д. К. Чернову принадлежит открытие критических температурных точек в стали, его работами заложена научная основа термической обработки металлов. Д. К. Чернов изучал строение стального слитка, процессыковки стали.

Крупнейший вклад в развитие всех отраслей как теоретического, так и прикладного металловедения внесли советские ученые А. А. Бочвар, Н. Т. Гудцов, В. И. Данилов, Н. А. Минкевич, Г. В. Курдюмов, С. С. Штейнберг и др. В области металлургии алюминия ряд исследований мирового значения принадлежит русским ученым Н. Н. Бекетову, П. П. Федотьеву, Д. А. Пеньякову.

Перед советской металлургией XXI съездом КПСС поставлены задачи всесторонней рационализации металлургических процессов, комплексной механизации и автоматизации работы

домен, применения дутья, обогащенного кислородом, и ряд других задач, которые должны в ближайшие годы поднять отечественную металлургию на еще более высокую ступень. К 1965 г. выплавка чугуна должна достичь 65—70 млн. т, стали — 86—91 млн. т.

За годы пятилеток была создана металлургия цветных металлов, которые необходимы для электрификации, машиностроения, самолетостроения и других важнейших отраслей промышленности. За эти годы начали вырабатывать и производят теперь в больших количествах медь, цинк, свинец, алюминий, никель, кобальт, хром, сурьму, вольфрам, ванадий и ряд других металлов, необходимых для производства специальных сталей и других сплавов. Контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. предусмотрено увеличение выпуска цветных металлов в 1965 г. сравнительно с 1958 г.: меди рафинированной — в 1,9 раза, алюминия — в 2,8—3 раза. Должно значительно увеличиться производство никеля, магния, титана, германия, кремния; увеличивается выпуск других цветных и особенно редких металлов.

Металлы широко используются для производства предметов народного потребления: посуды, инструментов, скобяных, замочных изделий, электротоваров, домашних машин и других товаров.

В настоящем разделе изложены общие сведения о металлах, их свойствах и методах исследования, об основах производства металлических изделий, а также даны описания товаров, объединяемых в группу металлических товаров: посуды, ручных орудий труда, ножово-ножничных изделий, керосиновых нагревательных и осветительных приборов и некоторых других.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Металлы отличаются рядом характерных свойств: повышенной пластичностью (ковкостью), хорошей отражательной способностью к световому излучению (блеск и непрозрачность), высокой тепло- и электропроводностью.

Все металлы — тела кристаллические. Кристаллическим телам присуще строго определенное расположение атомов. Геометрическая фигура, которую образуют атомы в пространстве при затвердевании металлов, называется пространственной или кристаллической решеткой. Металлы наиболее часто кристаллизуются в кубической решетке (рис. 1). Реже встречаются металлы с гексагональным (шестигранная призма) и тетрагональным (четыrehгранная призма) строением решетки.

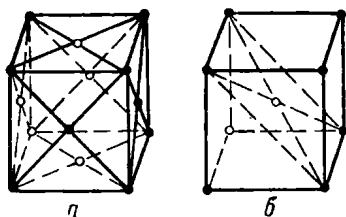


Рис. 1. Типы кубической решетки:

a — гранецентрированная, *b* — объемноцентрированная

Для характеристики строения металла необходимо знать не только тип решетки, но и расстояния между соседними атомами, так называемые параметры решетки, которые измеряются в ангстремах ($\text{\AA}$)¹.

Металлы, как кристаллические тела, обладают анизотропией (неравносвойственностью), под которой понимают неодинаковость всех или некоторых свойств вещества в различных кристаллографических направлениях (векториальность свойств).

Так, например, отдельно взятый кристалл (монокристалл) меди, имеющий форму куба, обнаруживает, в зависимости от направлений, прочность на разрыв $14,6 \text{ кг/мм}^2$, 35 кг/мм^2 и 20 кг/мм^2 и удлинение соответственно 10%, 33% и 50%.

¹ $\text{\AA} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ см.}$

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

Как правило, металлы кристаллизуются из жидкой фазы. При охлаждении расплавленного металла в некоторый момент температура его перестает понижаться; дальнейшее понижение температуры начнется только после того, как вся жидкость затвердеет. Эта остановка в понижении температуры возникает при температуре перехода металла из жидкого состояния в твердое. Температура, при которой происходит какое-либо превращение в состоянии металла, называется критической.

Для того чтобы вызвать кристаллизацию многих металлов, необходимо их охлаждать несколько ниже теоретической температуры затвердевания. Это явление охлаждения жидкости до температуры, лежащей ниже теоретической температуры кристаллизации, называется переохлаждением. Величина переохлаждения может быть различной и зависит как от природы металла, так и от скорости охлаждения. Чем больше скорость охлаждения, тем значительнее переохлаждение.

В расплавленном металле атомы расположены беспорядочно. При охлаждении металла кристаллизация начинается с образования первичных кристаллических ячеек в различных точках жидкого металла. Эти ячейки называются центрами или зародышами кристаллизации.

Установлено, что в процессе образования кристаллов имеет значение не только возникновение зародышей самого металла, но и присутствие в нем мельчайших посторонних нерастворимых примесей, которые также играют роль центров кристаллизации металла.

В практике широко используется введение в расплавленный металл веществ, создающих искусственные центры кристаллизации и позволяющих регулировать размер и форму кристаллов.

В конце роста кристаллы сталкиваются друг с другом, поэтому их правильная геометрическая форма нарушается. Такие кристаллы с искаженной (обычно округленной) формой называются зернами или кристаллитами. В процессе кристаллизации могут образоваться различные типы кристаллитов.

Размер зерна оказывает существенное влияние на свойства металла. Твердость, прочность и пластичность в значительной мере зависят от величины зерен. Как правило, металл с мелкозернистым строением обладает лучшими свойствами.

Дендритная (древовидная) форма кристаллов наблюдается в литом металле очень часто. В этом случае из центра кристаллизации идет быстрый рост кристалла в одном направлении — образуется ось первого порядка; от нее ответвляются оси второго порядка, последние дают начало росту осей третьего порядка и т. д. В результате получается кристалл древовидной

формы — дендрит (рис. 2). При дендритном росте в межосных пространствах могут скопляться вредные примеси и образовываться поры и усадочные пустоты. Эти особенности структуры могут сильно ослаблять прочность металла.

Зернистая структура состоит из кристаллов более или менее одинаково развитых в направлениях своих кристаллографических осей (рис. 3, б). Она наиболее благоприятна для механических свойств металла, если не сопровождается повышенной

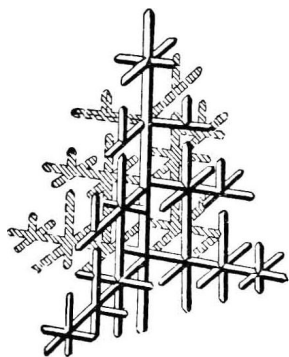


Рис. 2. Схема образования дендрита

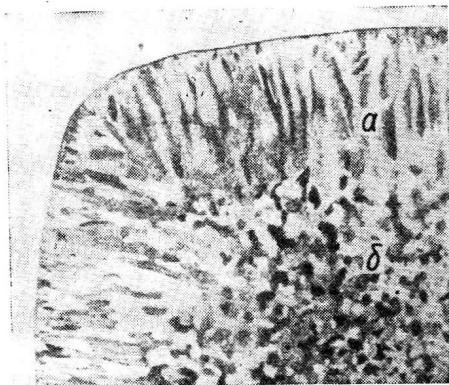


Рис. 3. Макроструктура 1/4 стального слитка:

а — столбчатая структура, б — зернистая структура

пористостью. В слитке с зернистой структурой анизотропные кристаллиты расположены в отношении друг друга беспорядочно, поэтому в целом металл, состоящий из огромного количества зерен, получает среднее значение механических свойств в любых направлениях, что весьма важно для готовых изделий.

Столбчатая структура (рис. 3, а) складывается из кристаллов, развивавшихся преимущественно в одинаковом направлении и ориентированных параллельно друг другу. В столбчатой структуре могут сильно сказываться анизотропные свойства кристаллов.

АЛЛОТРОПИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Некоторые элементы могут иметь различное строение кристаллической решетки. Например, углерод встречается в виде твердого алмаза и мягкого графита. Это явление называется **полиморфизмом** (многоформенностью), а каждая из кристаллических разновидностей — **модификацией**. Модифи-

кацию, устойчивую при низких температурах, принято обозначать греческой буквой α , при более высоких — β , далее — γ и т. д.

Переход кристаллического тела из одной модификации в другую, называемый аллотропическим превращением, происходит при определенной температуре и сопровождается поглощением или выделением тепла.

Так, например, чистое железо существует в трех кристаллических модификациях: α , γ и δ .

α -железо имеет решетку объемно-центрированного куба, с параметром 2,86 Å; α -железо существует до 910°. При 768° α -железо теряет магнитные свойства. Немагнитное Fe_α принималось раньше за самостоятельную модификацию Fe_β , однако Fe_β имеет такую же кристаллическую решетку, как и Fe_α и отличается от него только отсутствием магнитных свойств, поэтому теперь не считается отдельной модификацией.

γ -железо обладает решеткой гранецентрированного куба с параметром 3,61 Å. Область существования γ -железа — 910°—1400°.

δ -железо так же, как и α -железо, имеет решетку объемно-центрированного куба; область существования — от 1400° до температуры плавления железа — 1539°.

Аллотропические превращения железа играют исключительно большую роль в термической обработке сталей. Открытие критических точек в стали принадлежит Д. К. Чернову, который в 1868 г. первый указал на превращения, происходящие в стали при нагревании и охлаждении, и связал эти явления с изменениями ее структуры и механических свойств.

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

Пластическая деформация металлов заключается в том, что под влиянием механических воздействий (растяжения, сжатия, удара и т. д.) металл изменяет внешнюю форму без разрушения. Под действием внешних сил в кристаллической решетке металла появляются сдвиги по плоскостям скольжения, т. е. по определенным атомным плоскостям в кристаллической решетке металла (рис. 4). Чем сильнее воздействие, тем больше

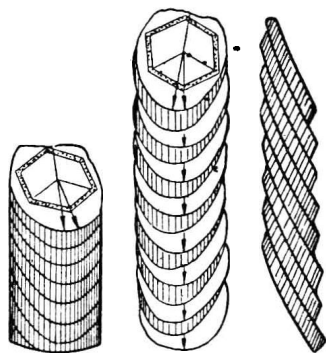


Рис. 4. Схема сдвигов по плоскостям скольжения в монокристалле

образуется сдвигов, и кристаллическая решетка искажается. Вместе с тем происходит дробление отдельных зерен и разрушение межзеренных прослоек.

Одновременно металл все больше и больше теряет пластичность, а его твердость и прочность возрастают. Такое состояние металла в практике называется *наклепом*. Дальнейшая деформация приводит к разрушению металла.

Деформированный металл является неравновесной системой, он стремится вернуться в первоначальное состояние. Для того чтобы начался процесс возврата, необходимо нагреть металл до определенной температуры, называемой *температурой рекристаллизации*. По А. А. Бочвар, между абсолютной температурой плавления металла и температурой рекристаллизации существует зависимость: $T_{\text{рекр}} \approx 0,4 T_{\text{плавл}}$. После рекристаллизации металл вновь становится мягким и пластичным.

В производстве рекристаллизация наклепанного металла достигается отжигом.

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЙ И ОБЩИЕ СВОЙСТВА ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СПЛАВОВ

Чистые металлы обладают относительно небольшой прочностью и твердостью, поэтому в промышленности применяются главным образом не чистые металлы, а сплавы.

Металлический сплав может быть получен из двух или нескольких металлов или из металлов и неметаллов.

Химические элементы, входящие в состав сплава, называются *компонентами*. Сплавы могут быть двухкомпонентными, трехкомпонентными и т. д. Так, латунь в состав которой входят медь и цинк, является двухкомпонентным сплавом, а мельхиор, состоящий из меди, цинка и никеля, — трехкомпонентным.

Практически сплавы получают смешением компонентов в расплавленном состоянии или введением в один из расплавленных компонентов других компонентов в твердом состоянии. За немногими исключениями все металлы в расплавленном состоянии растворяются друг в друге.

Свойства сплавов зависят от природы самих компонентов и от того, в какие взаимодействия вступают эти компоненты при кристаллизации.

Компоненты при сплавлении и кристаллизации могут образовывать химические соединения, механические смеси и твердые растворы.

Однородная часть сплава, разграниченная от других его частей поверхностью раздела, называется *фазой*.

Сплав может иметь однофазную, двухфазную или многофазную структуру.

Изучение фазовых превращений при различных температурах проводится на сериях сплавов, приготовленных из одних и тех же компонентов, взятых в последовательно изменяющихся процентных соотношениях.

Результаты наблюдений удобно изображать в виде диаграммы; на оси абсцисс откладывают процентное содержание компонентов в сплавах, а на оси ординат — критические температурные точки.

Химические соединения в металлических системах. Компоненты могут образовывать химические соединения. Состав химического соединения выражается формулой $A_m B_n$, показывающей, что в химическое взаимодействие вступают m атомов элемента A и n атомов элемента B .

Химическое соединение характеризуется своей кристаллической решеткой и определенной температурой плавления.

Химические интерметаллические соединения, образующиеся в металлических сплавах, обычно значительно тверже своих исходных компонентов; например, $CuAl_2$ обладает очень высокой твердостью, в то время как медь и алюминий, как известно, металлы мягкие.

Пластичность же химических соединений очень мала.

Химические соединения часто образуются между металлами и неметаллами и также отличаются очень высокой твердостью; например, карбиды вольфрама WC и W_2C придают сталям повышенную твердость.

Химические соединения обладают высокой температурой плавления, а их электросопротивление во много раз превышает электросопротивление элементов, их образующих.

Механические смеси. К этой группе относятся сплавы, состоящие из смеси двух или более различных типов кристаллов, хорошо различимых под микроскопом.

Смесь может быть образована либо чистыми компонентами, либо различными твердыми растворами, а также кристаллами химических соединений в сочетании с кристаллами твердого раствора.

Механические смеси могут быть эвтектического или перитектического типа (последние здесь не рассматриваются).

Для изучения процессов кристаллизации сплавов эвтектического типа построим диаграмму, отложив на оси ординат температуры начала и конца кристаллизации сплавов, а по оси абсцисс — процент содержания в сплаве компонентов. Для примера можно взять сплавы свинца и сурьмы, которые образуют диаграмму подобного типа (рис. 5). Выбрав несколько сплавов различной концентрации, расплавим каждый сплав, и по мере

их охлаждения будем отмечать температуру начала перехода каждого сплава в твердое состояние. С увеличением содержания сурьмы температура начала кристаллизации сплавов понижается и достигает низшего предела — 245° при 13% Sb, а затем возрастает и при 100% Sb достигает 631° . Точки начала перехода каждого сплава в кристаллическое состояние лежат на кривой *ACB*, называемой линией ликвидуса (от лат. liquidus — жидкий) или ликвидусом. Дальнейшие наблюдения показывают, что кристаллизация любого сплава свинец — сурьма завершается при температуре 245° , соответствующей линии *DCE*, которая называется линией солидуса (от лат. solidus — твердый) или солидусом. Ниже температуры линии солидуса все сплавы свинец — сурьма находятся в твердом состоянии.

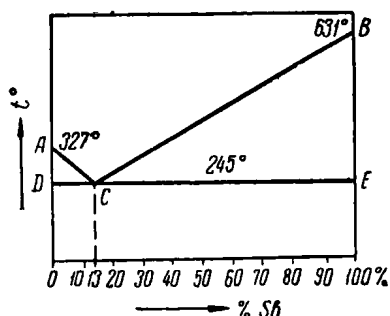


Рис. 5. Диаграмма состояния системы сплавов свинец — сурьма

В интервале температур между линиями ликвидуса и солидуса сплавы состоят из кристаллов и жидкой фазы.

Для дальнейшего изучения процессов кристаллизации возьмем сплав, содержащий 80% Pb и 20% Sb. При охлаждении первыми начнут выпадать кристаллы сурьмы. Чем ниже падает температура, тем больше образуется этих кристаллов; расплав при этом обедняется сурьмой и при 245° , когда содержание сурьмы понизится до 13%, жидкость полностью затвердеет в виде механической смеси, называемой эвтектической (от греч. — легкоплавкий). Эвтектика — это мелкодисперсная смесь одновременно кристаллизующихся компонентов. Таким образом, структура исследуемого сплава состоит из первоначально выпавших кристаллов сурьмы и эвтектики (рис. 6).

В сплавах, содержащих менее 13% Sb, первыми выпадают кристаллы свинца; остающийся расплав обедняется свинцом и в конце концов при 245° затвердевает в виде эвтектики (13% Sb + 87% Pb). Сплав исходного состава 13% Sb и 87% Pb при 245° полностью затвердевает в виде эвтектики.

Диаграмму состояния подобного типа образуют сплавы Sn—Pb, Zn—Cd, Pb—Ag, Cu—Ag и др.

Свойства сплавов рассматриваемого типа обычно представляют собой средние из свойств исходных компонентов. Поэтому свойства смесей (за исключением электрохимического потенциала) изменяются по прямолинейному закону. Однако механи-

ческие их свойства (твердость, прочность) в значительной степени зависят от дисперсности структурных составляющих: чем они мельче, тем выше твердость и прочность.

Литейные свойства смесей зависят от интервала кристаллизации, т. е. расстояния между линиями ликвидуса и солидуса, и количественного соотношения первичных кристаллов и эвтектики. Полностью эвтектические сплавы дают сосредоточенную усадочную раковину и обладают лучшими литейными свойствами.

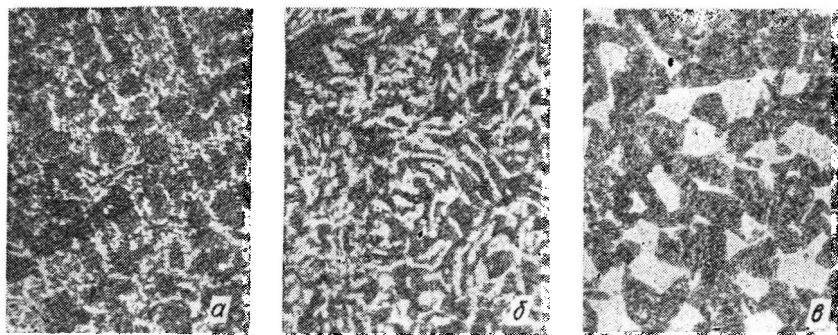


Рис. 6. Микроструктура сплавов свинец — сурьма:
а — доэвтектического, б — эвтектического, в — заэвтектического

Твердые растворы. Пространственная решетка твердого раствора сохраняет тип металла-растворителя, но содержит в себе атомы растворенного компонента. Атомы растворенного компонента могут входить в решетку растворителя либо замещая некоторые его атомы — при этом образуются твердые растворы замещения, либо располагаясь в межатомных пространствах решетки растворителя и образуя твердые растворы внедрения.

Неограниченные твердые растворы образуются при сплавлении компонентов, обладающих взаимной неограниченной растворимостью и в жидком и в твердом состоянии.

На диаграмме состояния двухкомпонентных сплавов (рис. 7), образующих непрерывный ряд твердых растворов, кривая *ACB* обозначает линию ликвидуса, кривая *ADB* — линию солидуса. В области, ограниченной этими линиями, сплавы находятся в виде двух фаз — жидкой и твердой (кристаллы твердого раствора).

Неограниченные твердые растворы образуют сплавы: Cu—Ni, Fe—Ni, Fe—Co, Au—Ag и др.

Ограниченные твердые растворы образуются в том случае, когда компоненты обладают полной растворимостью в жидком состоянии, но ограниченной в твердом. Диаграмма такого состояния (рис. 8) характерна тем, что эвтектическая горизонталь DE не доходит до ординат, а лишь до точек D и E, т. е. до пре-

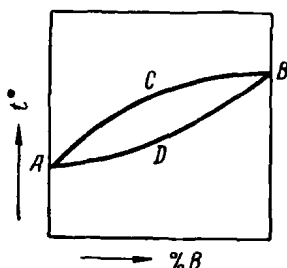


Рис. 7. Диаграмма состояния двухкомпонентных сплавов, образующих непрерывный ряд твердых растворов

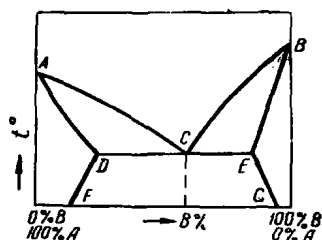


Рис. 8. Диаграмма состояния двухкомпонентных сплавов, образующих ограниченные твердые растворы

дельной концентрации твердых растворов при эвтектической температуре.

Компоненты A и B образуют твердые растворы, поэтому в участках ACDA и CBEC кристаллизуются не чистые компоненты A и B, а выделяются кристаллы их твердых растворов. В сплавах доэвтектического состава (левее точки C) эти кристаллы представляют собой раствор компонента B в компоненте A, а в сплавах заэвтектических (правее точки C) — раствор компонента A в компоненте B. Кристаллы твердых растворов, выделившиеся при разных температурах, имеют переменный состав. Эвтектика, кристаллизующаяся при температуре, соответствующей линии DE, представляет собой механическую смесь не чистых компонентов, а их твердых растворов. При понижении температуры ниже эвтектической растворяющая способность компонентов A и B может уменьшаться, что показано кривыми DF и EG. По окончании застывания микроструктура сплавов средней части диаграммы между точками D и E будет состоять или из кристаллов твердого раствора B в компоненте A (доэвтектический сплав), окруженных эвтектикой, или из кристаллов твердого раствора A и компонента B, окруженных такой же эвтектикой.

Диаграмма с одним химическим соединением. В случае, когда два компонента образуют одно химическое соединение

$A_m B_n$, диаграмму можно рассматривать как слагающуюся из двух диаграмм: из диаграммы сплавов химического соединения с первым компонентом и из диаграммы сплавов химического соединения со вторым компонентом. В этом случае могут образоваться две эвтектики — эвтектика химического соединения $A_m B_n$ с металлом А и эвтектика $A_m B_n$ с металлом В (рис. 9).

Превращения в сплавах в твердом состоянии. В сплавах могут происходить различные превращения ниже линии солидуса, т. е. уже в твердом состоянии. Рассмотрим два типа таких превращений, имеющих большое практическое значение.

Превращения, связанные с явлением аллотропии металлов, можно проследить на диаграммах состояния. Рассмотрим, как отражаются аллотропические превращения одного из компонентов на построении диаграмм состояния сплавов двух типов: механической смеси и твердого раствора.

Если металл А (или В) претерпевает при определенной температуре аллотропическое превращение в твердом состоянии, то это превращение будет происходить при той же температуре и во всех сплавах А + В типа механической смеси. Следовательно, на диаграмме системы А — В прибавится горизонтальная линия, соответствующая этой критической температурной точке.

Аллотропические превращения будут происходить и в твердом растворе, если их претерпевает компонент-растворитель, но температурная точка превращений будет меняться в зависимости от концентрации твердого раствора. Обычно с увеличением концентрации она понижается. В этом случае температура начала превращения твердого раствора выразится на диаграмме в виде наклонной линии, отходящей от критической точки на ординате компонента-растворителя — линия GOS (рис. 11).

Новая кристаллическая фаза, образующаяся в результате аллотропического превращения твердого раствора, может и не

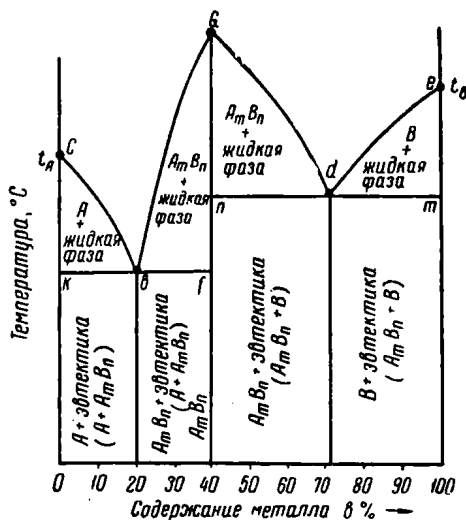


Рис. 9. Диаграмма состояния системы с устойчивым химическим соединением

растворять второго компонента, тогда он будет выделяться из твердого раствора.

Превращения, связанные с распадом твердого раствора, объясняются тем, что зарождение и рост новых кристаллов могут происходить не только в жидком состоянии, но и в твердом. Причинами такого роста могут быть: изменение растворимости одного компонента в другом с понижением температуры, распад твердого раствора при охлаждении на две новых фазы, а также аллотропические превращения в металле. Это явление называется вторичной кристаллизацией, или перекристаллизацией.

Твердый раствор может распадаться с образованием механической смеси фаз, одновременно выделяющихся в твердом состоянии при некоторой определенной температуре. Каждая из этих фаз может представлять собой либо новый твердый раствор, либо чистый компонент, либо химическое соединение. Такой распад называется эвтектоидным превращением. В отличие от эвтектики, выделяющейся из жидкого раствора, которая может быть и мелко- и крупнокристаллического строения, эвтектоидная смесь всегда бывает мелкокристаллической. Это объясняется относительно низкой температурой превращения, а главным тем, что в твердом состоянии быстрый рост кристаллов затруднен.

Связь между свойствами сплава и диаграммой состояния¹. По диаграмме состояния определяют фазы, существующие у сплавов данных компонентов при различных температурах. По этим диаграммам можно также проследить за процессами превращений в сплавах при изменении температуры или концентрации.

Род диаграммы состояния зависит от того, какие фазы образуют оба компонента. Свойства сплава также зависят от того, какие соединения или фазы образовали компоненты сплава. Поэтому очевидно, что между родом диаграммы и свойствами сплава существует определенная зависимость.

Метод изучения изменения свойств в зависимости от изменения состава и от построения диаграммы состав — свойства был положен Н. С. Курнаковым в основу разработанного им физико-химического анализа сплавов.

Рассмотрим четыре основных типа диаграмм состояний и соответствующие им закономерности изменения свойств сплава с изменением концентрации² (рис. 10). На нижних диаграммах

¹ Изложено по А. П. Гуляеву (Металловедение, М., Оборонгиз, 1948).

² Рассматриваются свойства, мало зависящие от размера зерна (удельный вес, коэффициент линейного расширения) и свойства, соответствующие крупнозернистому состоянию (твердость и другие механические свойства, электропроводность и т. п.).