

А. И. МАЛАХОВ | , А. П. ЖУКОВ

ОСНОВЫ МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ТЕОРИИ КОРРОЗИИ

Допущено
Управлением кадров и учебных заведений
Министерства автомобильной промышленности СССР
в качестве учебника
для машиностроительных техникумов
по специальности 0807
«Электрохимические покрытия»



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1978

ББК 34.2 + 34.66

М18

УДК 669.017 + 620.19(075)

Рецензенты: доц. Н. Х. Андреев (СТАНКИН) и преподаватель Горьковского автомеханического техникума Е. Н. Бочкарева.

Малахов А. И., **Жуков А. П.**

М18 Основы металловедения и теории коррозии: Учебник для машиностроительных техникумов.— М.: Высш. школа, 1978. — 192 с., ил.

35 к.

В книге рассмотрены общие вопросы основ металловедения и коррозии металлов. Дано описание физико-механических, химических и технологических свойств широко применяемых металлов и сплавов. Большое внимание уделено коррозии и коррозионной стойкости основных металлических материалов и методам их защиты, описаны коррозионно-стойкие неметаллические материалы. При рассмотрении конструкционных материалов указаны области их применения.

М 20503—299
001(01)—78 222—78

ББК 34.2+34.66
6ПЗ.4+6П4.52

Афанасий Иванович Малахов
Александр Петрович Жуков

**ОСНОВЫ МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ
И ТЕОРИИ КОРРОЗИИ**

Редактор В. Н. Бораненкова
Художник А. И. Шавард
Художественный редактор Т. М. Скворцова
Технический редактор А. К. Нестерова
Корректор С. К. Марченко

ИБ № 1042

Изд. № ХИМ—584 Сдано в набор 18.11.77. Подп. в печать 24.04.78.
Формат 84×108^{1/32} Бум. тип. № 3. Гарнитура литературная.
Печать высокая. Объем 10,08 усл. печ. л. 10,03 уч.-изд. л.
Гираж 40 000 экз. Зак. № 3504. Цена 35 коп.
Издательство «Высшая школа», Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14
Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
Хохловский пер., 7.

© Издательство «Высшая школа», 1978 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие народного хозяйства в значительной степени определяется производством металлов и сплавов. В современной технике применяются материалы с высокой прочностью, коррозионной стойкостью, электро- и теплостойкостью. Правильный выбор материала и его рациональное использование зависят от знания свойств металлов и сплавов. Metallovedenie изучает связь между строением и свойствами металлов и сплавов в зависимости от химического состава, технологии получения и обработки.

Зарождение metallovedenia связано с именами П. П. Аносова и Д. К. Чернова, работы которых оказали огромное влияние на последующее развитие metallovedenia. Большую роль в развитии metallovedenia сыграли работы Д. И. Менделеева, Н. С. Курнакова, Р. Аустена, Ф. Осмонда, А. А. Байкова, А. М. Бочвара, А. Л. Бабошина, С. С. Штейнберга, А. А. Бочвара, Н. Т. Гудцова, Г. В. Курдюмова и др.

XXV съезд КПСС наметил большую программу в области производства конструкционных материалов. Так, к концу десятой пятилетки производство стали составит 160—170 млн. т., производство алюминия, меди, никеля возрастет в 1,2—1,3 раза, титана — в 1,4 раза.

Металлы и сплавы под действием внешней среды разрушаются, поэтому применение их в технике требует знания как теории коррозии металлов под влиянием различных факторов, так и мер и способов борьбы с этими явлениями. Несмотря на то что средства, затрачиваемые на борьбу с коррозией, огромны, ежегодно теряется большое количество металла.

Одной из первоочередных задач снижения потерь металлов и сплавов от коррозии является внедрение в машиностроение новых металлических материалов (титана, тантала и др.), обладающих стойкостью против воздействия агрессивных сред.

Настоящая книга является первой попыткой изложить два очень больших и важных вопроса — основы металловедения и коррозии металлов. В ней кратко рассмотрены строение металлов и сплавов, методы исследования их структуры и свойств, основы термической и химико-термической обработки, а также вопросы, связанные с изучением коррозии металлов и сплавов и методы их защиты от коррозии, описаны металлические и неметаллические материалы, применяемые в технике и в быту.

Учебник состоит из четырех разделов: I и IV написаны проф. А. И. Малаховым; II и III — асс. А. П. Жуковым.

Раздел первый

ОСНОВЫ МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ

Металловедение — наука, изучающая строение, свойства металлов и сплавов в зависимости от их состава, теплового, химического и механического воздействия. Металловедение базируется на таких науках, как химия, физика, кристаллография, оказывая большое влияние на развитие инженерных дисциплин.

Металловедение условно можно подразделить на теоретическое и практическое. Теоретическое металловедение изучает природу металлов и сплавов, законы, по которым изменяются свойства и строение сплавов в зависимости от состава, а также от теплового, химического или механического воздействий.

Практическое металловедение дает возможность выбирать металлы или сплавы для определенных целей, основываясь на их физических, химических, механических и технологических свойствах.

Глава I

СТРОЕНИЕ И КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

1. Строение металлов

Из 106 элементов периодической системы Д. И. Менделеева 82 элемента относятся к металлам. Металлы и сплавы — это твердые кристаллические вещества.

Характерной особенностью кристаллического состояния вещества является правильное, закономерное расположение атомов (рис. 1) в пространстве. У металлов и сплавов атомы в кристалле расположены в строго определенном порядке и образуют так называемую пространственную решетку, в узлах которой находятся положительно заряженные ионы, а между ними перемещаются свободные электроны.

Металлы легко вступают во взаимодействие с неметаллами, отдавая валентные электроны. Это объясняется тем, что у металлов все валентные электроны непрочны связаны с ядром и количество их невелико. Эти же

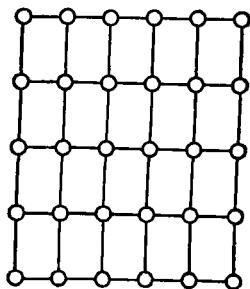


Рис. 1. Расположение атомов в кристаллографической плоскости

свойства металла лежат и в основе электропроводности, так как электроны, заряженные отрицательно, создают ничтожную разность потенциалов, что обеспечивает их перемещение к положительно заряженному полюсу и тем самым появлению электрического тока. Таким образом, слабая связь валентных электронов с ядром определяет физические и химические свойства металлов.

Металлы, как правило, хорошо проводят электричество и теплоту, обладают характерным металлическим блеском, непрозрачны, пластичны. Такими же свойствами обладают и металлические сплавы — более сложные вещества, состоящие из нескольких элементов как металлов, так и неметаллов.

Все металлы условно подразделяют на черные и цветные. К черным металлам относят железо и сплавы на основе железа. К цветным металлам относят медь, никель, цинк, свинец, алюминий, магний, титан и др.

Расположение атомов в кристалле условно можно изображать различными схемами, но чаще всего в виде пространственных, так называемых элементарных кристаллических ячеек, многократным повторением которых можно воспроизвести пространственную кристаллическую решетку. Расстояние между атомами в кристаллической решетке называют параметрами решетки и обозначают a и c . Они измеряются в ангстремах Å ($1\text{Å} = 10^{-8}$ см). Простейшей элементарной кристаллической решеткой является простая кубическая решетка с параметром a (рис. 2). Для ме-

металлическим блеском, непрозрачны, пластичны. Такими же свойствами обладают и металлические сплавы — более сложные вещества, состоящие из нескольких элементов как металлов, так и неметаллов.

Металлы, как правило, хорошо проводят электричество и теплоту, обладают характерным металлическим блеском, непрозрачны, пластичны. Такими же свойствами обладают и металлические сплавы — более сложные вещества, состоящие из нескольких элементов как металлов, так и неметаллов.

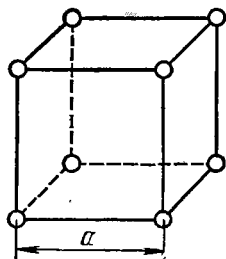


Рис. 2. Простая кубическая элементарная решетка

таллов наиболее распространены типы кристаллических решеток (рис. 3, *a—в*): *a* — кубическая объемноцентрированная, которую имеют W, Mo, V, Cr, Fe_α; *б* — кубическая гранецентрированная, которую имеют Pb, Fe_γ, Al, Cu, Ni; *в* — гексагональная плотноупакованная, которую имеют Ti_α, Mg, Zn, Be. В перечисленных решетках каждый атом окружен максимальным геометрически допу-

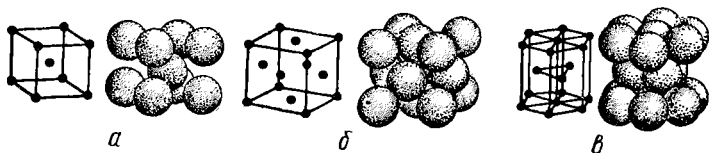


Рис. 3. Элементарные кристаллические решетки чистых металлов

стимым числом атомов, соответствующим плотнейшей упаковке шаров одного и того же размера. Некоторые металлы, например олово, индий, галлий, имеют тетра-

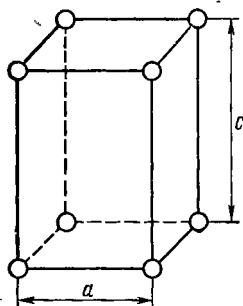


Рис. 4. Простая тетрагональная решетка

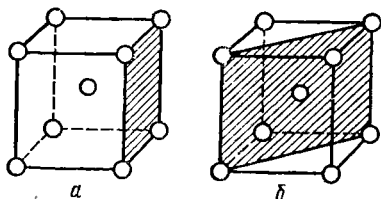


Рис. 5. Кристаллические плоскости в кубической объемноцентрированной решетке

гональную решетку с параметрами *a* и *c* (рис. 4), которая в зависимости от расположения атомов в пространстве (как кубическая) может быть простой, объемно- и гранецентрированной.

Для металлов характерным свойством является анизотропия, т. е. неодинаковость свойства кристалла в разных кристаллографических направлениях. Объясняется это тем, что кристаллические плоскости *a* и *б*, например, в кубической объемноцентрированной решетке заполнены атомами с различной плотностью (рис. 5).

2. Построение кривых охлаждения

Для определения температуры плавления металла или сплава, выяснения процессов кристаллизации применяют термический метод анализа. В огнеупорный тигель 5 (рис. 6), содержащий расплавленный металл 4, погружают термопару 3 (две сваренные с одного конца проволоки из разных металлов), свободные концы которой присоединяют к гальванометру 2. При нагревании сваренного конца термопары, т. е. при разнице температур горячего спая и двух холодных концов, в ней возникает э.д.с., ток которой пропорционален температуре металла, и стрелка гальванометра, отклоняясь, будет показывать температуру металла по градуированной шкале 1 гальванометра.

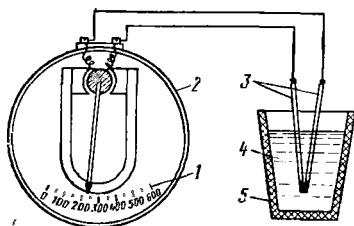


Рис. 6. Схема определения температуры плавления металла

Если охлаждать расплавленный металл и измерять по гальванометру температуру, записывая ее изменение через определенные промежутки времени, можно получить данные, по которым строят кривые охлаждения металла в координатах температура — время.

Если в металле при определенной температуре происходит какое-либо превращение, то такая температура называется критической точкой.

3. Кристаллизация металлов

Металлы в зависимости от условий (температуры, давления) могут находиться в трех состояниях: газообразном, жидком и твердом. Химически чистые металлы при нагревании переходят в жидкое состояние при строго определенной температуре, называемой температурой плавления, а из жидкого — в газообразное (парообразное) при температуре, называемой температурой кипения. Температуры плавления металлов различны и колеблются от $-38,9^{\circ}\text{C}$ (для ртути) до $+3410^{\circ}\text{C}$ (для вольфрама).

Образование кристаллической решетки происходит при переходе металла из жидкого состояния в твердое. В идеальных условиях в результате такого перехода атомы располагаются по геометрически правильной схеме, на определенном расстоянии друг от друга, образуя кристаллическую решетку. Например, очень медленным охлаждением при кристаллизации (или другими методами) можно получать монокристаллы (единичные кристаллы) массой до 200 г и более, которые применяются в полупроводниковой и других отраслях техники.

Превращение металла из жидкого состояния в твердое при охлаждении происходит плавно (рис. 7, кривая 2), но при достижении температуры кристаллизации T_s появляется горизонтальная площадка, которая связана с выделяющейся скрытой теплотой кристаллизации, компенсирующей отвод теплоты. При дальнейшем охлаждении металл переходит в твердое состояние и температура его снова плавно понижается.

Но реальный процесс кристаллизации несколько сложнее (рис. 7, кривая 3), так как жидкий металл, непрерывно охлаждаясь до температуры переохлаждения T_n (охлаждение жидкости ниже температуры кристаллизации), может находиться в жидком состоянии ниже теоретической температуры кристаллизации T_s . При температуре T_n металл переходит в твердое состояние. Разница температур $T_s - T_n$, которая достигает до 50°C , называется степенью переохлаждения.

Процесс кристаллизации жидкого металла состоит из двух стадий: а) образования зародышей, или центров кристаллизации; б) роста кристаллов. Предложено несколько схем, объясняющих процесс кристаллизации жидкого металла, одна из них приведена на рис. 8. Из рис. 8, б следует, что за короткий промежуток времени (несколько секунд) происходит появление новых центров кристаллизации и быстрый их рост. При свободном развитии процесса кристаллизации вначале образуется первичная ось, а затем вторичные оси и оси высших по-

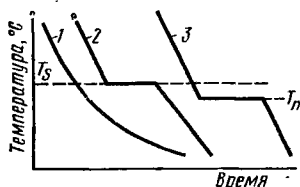


Рис. 7. Кривые охлаждения расплавов веществ:

1 — аморфного; 2 — кристаллического (теоретически); 3 — кристаллического (реально)

Металлолом

Первый научный сайт про металлы в Рунете

Большое спасибо за чтение ознакомительной версии контента с сайта “Металлолом”. Если вы заинтересованы в полной версии, пожалуйста - нажмите кнопку “Facebook” или “Twitter” и поделитесь своей находкой, чтоб остальным было легче найти наш сайт.

После этого вам нужно будет обновить страницу, где вы расшарили ссылку - и полный контент будет доступен вам для чтения онлайн прямо на сайте!

Если вы находите данный ресурс полезным - пожертвуйте, сколько можете

<https://secure.wayforpay.com/payment/mitalolom>



Важно!

Весь контент защищен авторскими правами и служит только для ознакомительных целей - например, когда вам нужно написать реферат или курсовую.

После прочтения и ознакомления, вам нужно будет удалить скачанный контент или оплатить издателю.