

درس مبانی مهندسی مواد

رشته کارشناسی ناپیوسته اجرایی عمران

مدرس : مهندس شاکری

فصل اول

مقدمه‌ای بر علم و مهندسی مواد

مقدمه‌ای بر علم و مهندسی مواد

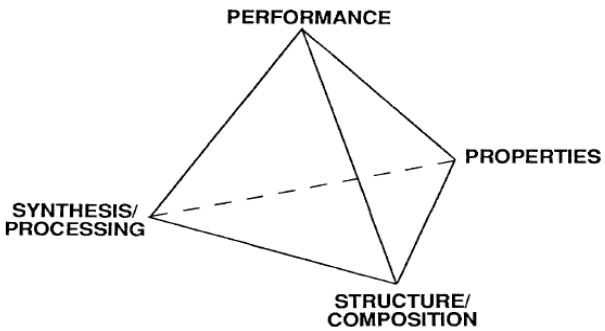
محور اصلی علم و مهندسی مواد را می‌توان در ۴ وجهی علم و مهندسی مواد خلاصه کرد (شکل ۱)، بطور کلی ۴ محور اصلی علم و مهندسی مواد عبارتند از:

۱ـ فرایند

۲ـ ساختار

۳ـ خواص

۴ـکارآیی



شکل ۱- چهار وجهی علم و مهندسی مواد (رابطه‌ی خواص – ساختار – فرایند و کارایی)

در واقع علم و مهندسی مواد ارتباط این ۴ عنصر را جستجو و بررسی می‌کند. در علم و مهندسی مواد به این نکته توجه می‌شود که اغلب خواص مواد علاوه بر ترکیب شیمیایی به ساختار درونی آن‌ها نیز بستگی دارد. در واقع با اطلاع از ترکیب شیمیایی یک آلیاژ نمی‌توان در مورد خواص آن اظهار نظر قطعی کرد زیرا باید مشخصات ساختاری آن نیز مشخص باشد.

به طور خلاصه، ساختار یک ماده به نحوه‌ی چینش اجزای درونی آن مرتبط است. بسته به ابعاد جزء سازنده‌ی درونی ماده، می‌توان سطوح مختلف ساختاری برای هر ماده تعریف کرد. جدول ۱ سطوح مختلف ساختاری را نشان می‌دهد.

جدول ۱-سطوح ساختاری مواد

مشخصه‌ی ساختاری	مقیاس (m)	
ساختار هسته‌ای	10^{-15}	
ساختار اتمی	10^{-10}	
ساختار کریستالی یا شیشه‌ای	10^{-9}	|
ساختار محلول جامدها و ترکیبات	10^{-9}	
ساختار دانه و مرزدانه‌ها	10^{-8}	} محدوده‌ی قابل کنترل برای تغییر خواص
اندازه و شکل دانه‌ها و فازها	10^{-3} تا 10^{-7}	
تجمع دانه‌ها و فازها	10^{-2} تا 10^{-5}	|
سازه‌ی مهندسی	10^{-3} تا 10^{3}	

محدوده‌ی قابل کنترل برای تغییر خواص ماده در جدول مشخص شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، کوچک‌ترین واحد ساختاری قابل کنترل برای تغییر در خواص، ساختار کریستالی یا شیشه‌ای (نحوه‌ی چیده شدن اتم‌ها در یک کریستال یا در یک ماده‌ی آمورف) است. ساختار هسته‌ای و ساختار اتمی، اگر چه خواص ذاتی و بنیادی مواد را توضیح می‌دهند، اما قابل کنترل برای بشر نیستند.

تذکر: خواص مواد را از نظر حساسیت به ریزساختار، می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱ـ خواص غیر حساس به ریزساختار: برخی از خواص مانند دانسیته، مدول یانگ، ضریب انبساط حرارتی و گرمای ویژه‌ی مواد تقریباً مستقل از ریزساختار ماده است. برای مثال دانسیته و مدول یانگ آهن خالص، فولاد کم‌کربن، فولاد پرکربن، فولادهای کم آلیاژی و فولادهای پرآلیاژی به ترتیب در محدوده‌ی $7.8 - 7.9\ {}^{gr}/_{cm^3}$ و $203 - 215\ GPa$ است.

۲) خواص حساس به ریزساختار: برخی خواص مانند استحکام تسلیم، استحکام کششی، شکل‌پذیری، چقرمگی شکست، استحکام خستگی و استحکام خزشی به شدت تابع تاریخچه‌ی عملیات حرارتی و یا مکانیکی آن‌ها دارد و در نتیجه شدیداً تابع ریزساختار هستند. در واقع در این موارد، با داشتن ترکیب شیمیایی نمی‌توان خواص ماده را حدس زد.

فصل دوم

ساختار اتمی و پیوندهای بین اتمی

۲-۱- ساختار اتمی

ساختار اتم متشکل از پروتون و نوترون در هسته و الکترون‌ها در حال حرکت به دور هسته است. پروتون و الکترون هر دو از نظر الکتریکی باردار هستند. بار پروتون مثبت و بار الکترون منفی و مقدار آن در هر دو مورد برابر $1.6 \ 10^{-19}\,C$ است. اتم‌ها در حالت عادی خنثی هستند.

در اینجا به چند تعریف مقدماتی اشاره می‌شود:

۱ـ عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌های اتم

۲ـ عدد جرمی (A): مجموع تعداد پروتو.ن‌ها و نوترون‌ها در هسته

$$A = Z + N$$

که در آن؛

A: عدد جرمی Z: عدد اتمی و N: تعداد نوترون‌ها.

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان اما تعداد نوترون‌های متفاوت هستند.

۳ـ عدد آواگادرو (N_A): یک مول از هر ماده $6.02 \ 10^{23}$ اتم (عدد آواگادرو) دارد.

۲-۲-ساختار الکترونی

در اینجا تنها به ذکر چند نکته‌ی مهم در این مورد بسنده می‌شود:

۱ـ والانس (n): به تعداد الکترون‌های لایه آخر (لایه‌های S و P آخر) والانس گفته می‌شود که نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص شیمیایی ماده دارند زیرا الکترون‌های لایه‌ی آخر در واکنش‌های شیمیایی و پیوند برقرار کردن با دیگر اتم‌ها شرکت می‌کنند.

براساس تعداد الکترون‌های لایه‌های S و P آخر می‌توان عناصر را به 4 دسته تقسیم کرد.

الف ـ فلز: $n = 1,2,3$