



بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و حرفه ای کشاورزی پسران ساری

جزوه درس متالورژی، مدلسازی و ریخته گری

(قسمت اول)

رشته مکانیک ماشینهای کشاورزی / مقطع کاردانی

مدرس: صابر طورسوادکوهی

بهار ۱۳۹۹

مقدمه

اصولاً علم مهندسی مواد و متالورژی، به عوامل و زیرشاخه های متعددی بستگی دارد و پرداختن به این زیرگروه های علمی، کمک شایانی به دریافت جزئیات مرتبط با خصوصیات و کاربرد مواد مهندسی خواهد نمود. این نکته نیز قابل تأمل و تأکید است که بایستی بین متالورژی و مواد تفاوت قائل شد؛ در واقع علم متالورژی یا فلزشناسی، خود زیرشاخه ای از علوم مهندسی مواد می باشد و اساساً دامنه وسعت آن، در خصوص فلزات و آلیاژهای فلزی، گسترش می یابد؛ بنابراین بحث در مورد پایه های علم متالورژی، در شناسایی صحیح فلزات و آلیاژها و تعیین خواص آنها و تعریف کاربردها، مثمر ثمر می باشد.

۱- حالت های ماده

همه ما با ۳ حالت ماده یعنی جامد، مایع و گاز آشنایی داریم. ممکن است برخی از شما تا به حال نام حالت چهارم ماده یعنی پلازما را نیز شنیده باشید و یا اطلاعاتی راجع به آن داشته باشید اما مطمئناً بسیاری از شما از حالت پنجم و ششم ماده یعنی چگال بوز - انیشتین و چگال فرمیونی، و همچنین خواص آنها بی اطلاعید. در این بخش قصد داریم شما را با ۳ حالت ماده و ویژگی های آنها آشنا کنیم

۱-۱ جامد

مواد جامد در برابر تغییر شکل مقاومت می کنند و سفت و شکننده هستند. برای درک چگونگی این موضوع می توان جامدات را این گونه تعریف کنیم. در حالت جامد، نیروهای بین مولکولی، به قدری قوی تر از انرژی جنبشی هستند که باعث سخت شدن جسم در نتیجه عدم جاری شدن آن می گردند. جامدات شکل و حجم معینی دارند. در جامدات فاصله مولکولها مانند فاصله آنها در مایع است ولی در جامدات مولکولها نمی توانند مانند وضعیتی که در حالات مایع و گاز دارند، آزادانه به اطراف حرکت کنند و در مکانهای خاصی قرار میگیرند و فقط می توانند در اطراف این مکانها حرکت نوسانی رفت و برگشتی بسیار کوچک انجام دهند. این حرکت نوسانی، بخصوص در جامدات بلورین، کاربردهای صنعتی و علمی زیادی را برای این دسته از مواد به دنبال دارد.

۱-۲ مایع

در حالت مایع، مولکولها در مقایسه با حالت گاز خیلی به هم نزدیک ترند به طوری که نیروهای مابینشان قویتر از انرژی جنبشی آنان می باشد. از طرف دیگر، نیروها آنقدر قوی نیستند که قادر به ممانعت از حرکت مولکولها گردند. از این روست که جریان مایع از ظرفی به ظرف دیگر شدنی است، اما نسبت سرعت جاری شدن آب در مقایسه با مایعات دیگر از قبیل روغنها و گلسیرین بسیار متفاوت است که این تفاوت در سرعت جاری شدن، میزان مقاومت یک مایع در مقابل جاری شدن، یعنی ویسکوزیته آن نامیده میشود که خود تابعی از شکل، اندازه مولکولی، دما و فشار می باشد. بنابراین مایعات حجم معین و شکل نامعینی دارند.

۱-۳ گاز

به طور کلی می توان گازها را اینگونه تعریف کرد؛ گازها کم چگالند و ساده متراکم می شوند و نه تنها شکل ظرف خود را می گیرند بلکه آنقدر منبسط می شوند تا ظرف را کاملاً پر کنند. اما اگر بخواهیم گازها را بهتر بشناسیم می توانیم بگوییم که؛ حالت فیزیکی مواد در شرایط طبیعی فشار و دما، بستگی به اندازه مولکولی و نیروهای بین آنها دارد. اگر مقدار کمی از یک گاز، در یک تانک نسبتاً بزرگی قرار گیرد، مولکول های آن با سرعت در سرتاسر تانک پخش می شوند. پخش سریع مولکول های گاز دلالت بر آن می کند که نیروهای موجود بین مولکول ها، به مراتب ضعیف تر از انرژی جنبشی آن است و از آنجایی که ممکن است مقدار کمی از یک گاز در سرتاسر تانک یافت شود، نشان دهنده آن است که مولکول های گاز باید نسبتاً از هم فاصله گرفته باشند. بنابراین گازها شکل و حجمشان بستگی به ظرفی دارد که در آن جای دارند.

در حالت گازی، مولکول ها آزادانه به اطراف حرکت کرده و با یکدیگر و نیز با دیواره ظرف برخورد میکنند. فاصله مولکول ها در حالت گازی در حدود چند ده برابر فاصله آنها در حالت مایع و جامد است.

۲- ویژگی ها و کاربرد مواد پلیمری

پلیمر از ابتدای حیات بشر در دسترس بوده و بدون اینکه درک درستی از این مواد داشته باشند برای رفع نیازهای زندگی از آن استفاده می کردند. این مواد (Polymers) در طبیعت و تمام سیستم های زنده یافت می شوند. از جمله پلیمرهای موجود در بدن انسان می توان به DNA، پروتئین، کلاژن و پلیمرهای موجود در طبیعت به مواد سلولزی از جمله چوب، پنبه، کتان، پشم و... اشاره کرد. با اینکه پلیمرهای طبیعی اهمیت ذاتی خود را حفظ کرده اند اما امروزه از پلیمرهای سنتزی (مصنوعی) بیشتر استفاده می شود، اولین پلیمر مصنوعی در نیمه دوم قرن نوزدهم از طریق اصلاح شیمیایی مواد طبیعی سنتز شد و پلیمرهای کاملاً مصنوعی در قرن بیستم توسعه یافتند. برای آشنایی بیشتر با این مواد مهم و کاربردی ما را همراهی کنید.

۲-۱ تاریخچه پلیمر

در سال ۱۸۳۳ برزیلیوس شیمیدان سوئدی برای اولین بار کلمه پلیمر (Polymer) را مطرح کرد. بعد از چندین سال هرمان استادینگر به اصطلاح ماکرومولکول اشاره کرد، بدین خاطر در سال ۱۹۵۳ موفق به دریافت جایزه نوبل شد. در سال ۱۹۳۰ والاس هیوم کاروتز شیمیدان امریکایی نظریه های استادینگر را بر مبنای آزمایشگاهی بنا نهاد. در سال های بعد کشف کاتالیست جهت شروع واکنش پلیمریزاسیون توسط کارل زیگلر انجام گرفت.

۲-۲ تعریف پلیمرها

پلیمرها یا ماکرومولکول ها، درشت مولکول هایی هستند که از واحدهای تکراری ساده تشکیل شده اند. ماهیت و ساختار پلیمر به مونومر یا مونومرهایی که در آن بکار رفته، بستگی دارد. اگر تعداد کمی از واحدهای مونومری در ساخت پلیمر بکار روند، پلیمری با وزن مولکولی کم حاصل می شود که لیگومر نامیده می شود.

۲-۳ طبقه بندی پلیمرها

طبقه بندی پلیمرها به چند صورت امکان پذیر است:

۷منشا پلیمر: پلیمرها بر این اساس به دو گروه پلیمرهای طبیعی (مانند پلی ساکارید، پروتئین و نوکلئیک اسید) و پلیمرهای

مصنوعی (مانند نایلون) تقسیم می شوند.

✓ شکل پلیمر: در حین فرایند پلیمریزاسیون مونومرها با یکدیگر واکنش داده و پلیمرهایی با اشکال گوناگون از قبیل: خطی، شاخه دار، نردبانی، ستاره ای، شانه ای و شبکه ای به وجود می آورند.

✓ آرایش یافتگی زنجیر: پلیمرها بر این اساس به دو دسته آمورف و کریستالی (بلوری) تقسیم می شوند. پلیمرهای آمورف به دسته ای از پلیمرها اطلاق می شود که در آن زنجیره ها بدون هیچ نظم خاصی در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و پلیمرهای کریستالی دسته ای از پلیمرها هستند که در آن زنجیره های پلیمری به صورت منظم در کنار یکدیگر آرایش یافته اند.

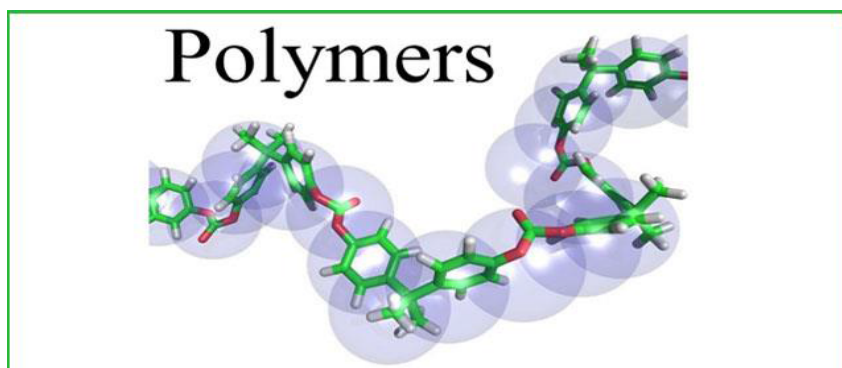
✓ مونومر شرکت کننده: پلیمرها با توجه به مونومر شرکت کننده در واکنش به دو دسته هموپلیمر و کوپلیمر تقسیم می شوند.

هموپلیمر به دسته ای از پلیمرها اطلاق می شود که از یک واحد مونومری تشکیل شده باشند و کوپلیمرها پلیمرهایی با بیش از یک نوع واحد تکرار شونده در ساختارشان هستند.

✓ رفتار حرارتی: پلیمرها با توجه به خصوصیتی که دارند رفتار حرارتی متفاوتی از خود نشان می دهند، بدین ترتیب به دو دسته

ترموست (گرماسخت) و ترموپلاستیک (گرمانرم) تقسیم می شوند. آن دسته از پلیمرهایی که در اثر گرما بدون تغییر شیمیایی ذوب می شوند را ترموپلاستیک گویند. ترموست به دسته ای از پلیمرها اطلاق می شود که در اثر حرارت در آن ها پیوند عرضی بوجود می آید، بنابراین وزن مولکولی متوسط بالا رفته و به حالت صلب در می آیند.

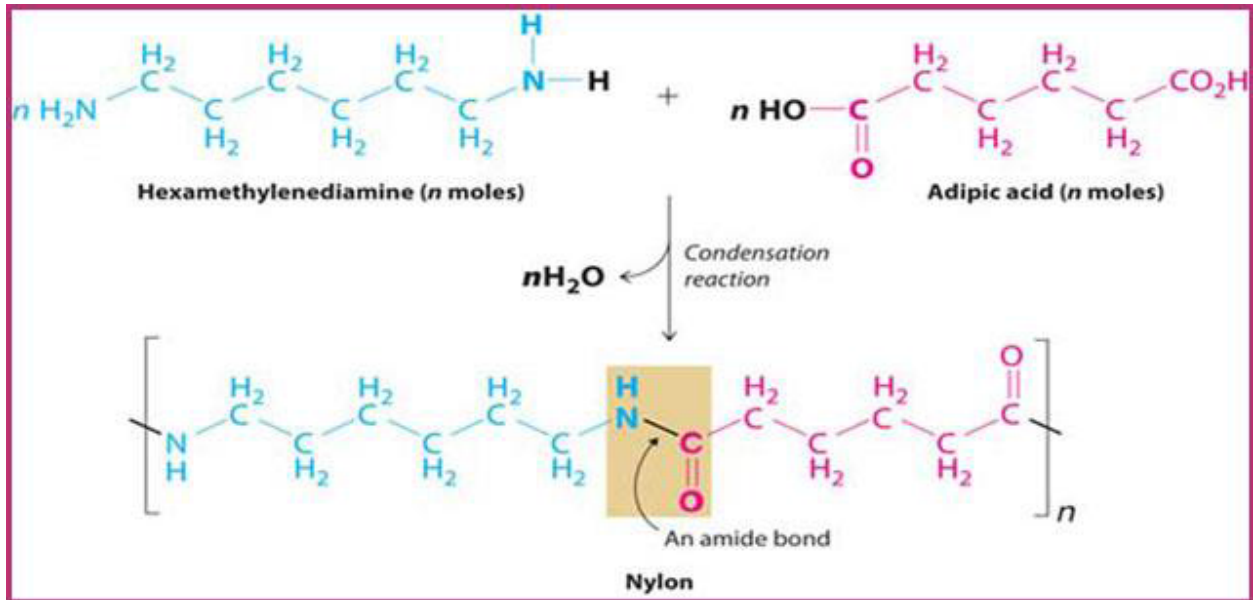
✓ نوع واکنش پلیمریزاسیون: با توجه به نظریه کاروتز پلیمرها بر اساس نوع واکنش پلیمریزاسیون به دو دسته افزایشی و تراکمی طبقه بندی می شوند.



➤ **پلیمریزاسیون تراکمی:** در این نوع پلیمریزاسیون واحد تکرار شونده در پلیمر با مونومر متفاوت است و قسمتی از مولکول

به صورت HCl ، S_2H ، O_2H و غیره حذف می شود. لازم به ذکر است در این نوع پلیمریزاسیون حضور مونومرها با گروه های عاملی که قادر به انجام واکنش باشند، ضروری است. به عنوان مثال واکنش تشکیل پلی آمید از دی اسید و دی آمین

نوعی واکنش تراکمی است که طی این واکنش O_2H از مولکول حذف می شود (شکل زیر)



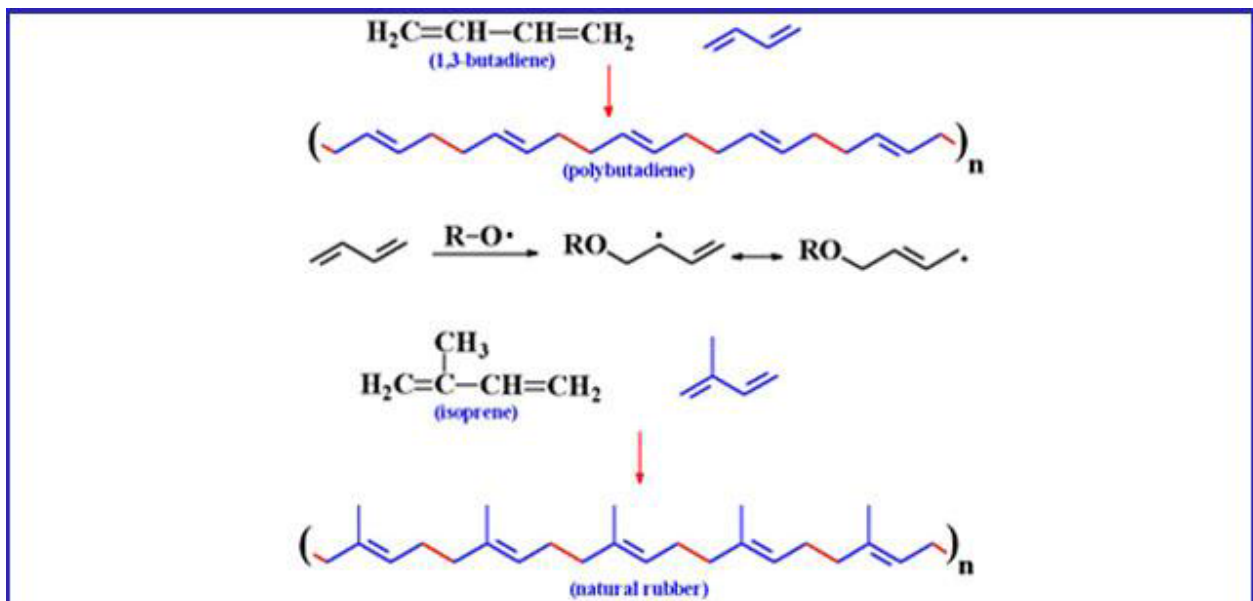
➤ پلیمریزاسیون افزایشی: در این نوع پلیمریزاسیون واحد تکرار شونده در پلیمر با مونومر یکسان است و طی واکنش هیچ

جزئی از مولکول حذف نمی گردد. جهت انجام واکنش پلیمریزاسیون افزایشی مونومرها معمولا دارای پیوند دوگانه هستند.

این پیوند توسط رادیکال آزاد، کاتیون و آنیون مورد حمله قرار می گیرد و یک مرکز فعال به وجود می آید. این مرکز فعال

زنجیره در حال رشدی را به وجود می آورد که در مرحله انتشار مولکول های مونومر به زنجیره در حال رشد اضافه می شوند.

در نهایت طی مرحله اختتام مرکز فعال به وسیله واکنش پایانی خنثی می گردد (شکل زیر)



۴-۲ ویژگی های پلیمر (Properties of Polymer)

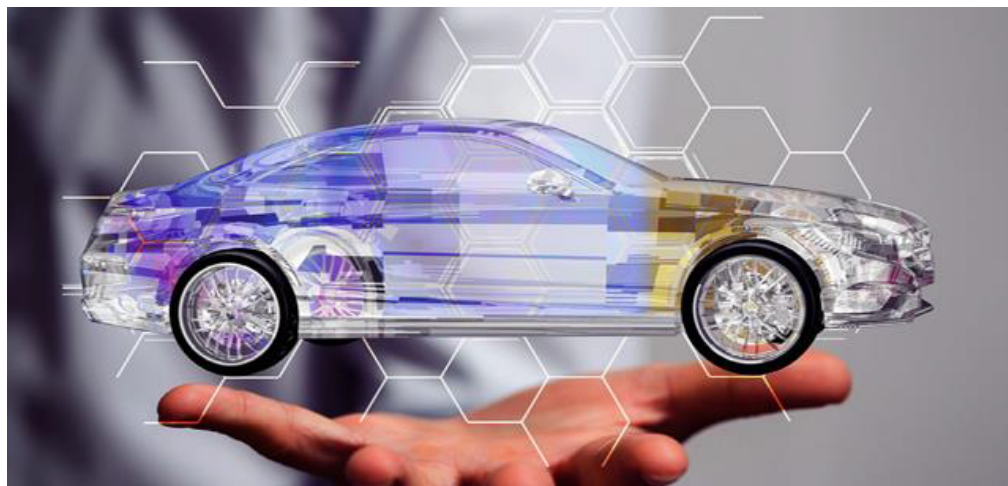
در دنیای امروزی سالانه صدها میلیون تن پلیمر مصنوعی تولید شده و به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند. ویژگی های کاربردی پلیمرها به ساختار زنجیره مولکولی بلند آن ها یا به عبارتی به اندازه درشت مولکول های موجود در پلیمر بستگی دارد. ویژگی بارز پلیمر که آن را از دیگر مولکولهای کوچک متمایز می کند جرم مولکولی (گرم بر مول یا کیلوگرم بر مول) است. در پلیمرها بر خلاف سایر مولکولهای کوچک محاسبه جرم مولکولی دقیق امکان پذیر نمی باشد زیرا تعیین طول زنجیر در یک واکنش پلیمریزاسیون کاملاً تصادفی است. بدین ترتیب که در واکنش های پلیمریزاسیون تراکمی طول زنجیر به گروه های فعال موجود در واکنش و در پلیمریزاسیون افزایشی به طول عمر آغازگر بستگی دارد. بنابراین با توجه به ناهمگونی در اندازه زنجیرها تعیین جرم مولکولی دقیق امکان پذیر نمی باشد و بجای آن وزن مولکولی متوسط اندازه گیری می شود.

ویژگی دیگری که برای شناسایی یک مولکول پلیمر (Polymer) بکار می رود، درجه پلیمریزاسیون است که به تعداد واحدهای تکراری موجود در زنجیر وابسته است. پلیمرها دارای خواص کاربردی از جمله چقرمگی، انعطاف پذیری، مقاومت و استحکام بالا، عایق گرما و الکتریسیته، مقاومت در برابر خوردگی و غیره هستند.

۲-۵ کاربرد پلیمرها (Applications of polymers)

پلیمرها طبقه بسیار متنوعی از مواد با کاربرد در صنایع گوناگون هستند. از جمله این کاربردها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ❖ حمل و نقل: حمل و نقل ریلی، حمل و نقل عمومی، حمل و نقل هوایی و حمل و نقل نظامی.
- ❖ غذایی: بطری های آبمیوه، ظروف یکبار مصرف و بسته بندی.
- ❖ نساجی: الیاف پلیمری، پلیمرهای مقاوم حرارتی، چاپ، لباس فضانوردان، لباس های محافظ و کفش.
- ❖ خودروسازی: ساخت صندلی، شیشه ها، تایر، سپر، کفپوش و انواع درزگیرها.
- ❖ برق و الکترونیک: لوله های کامپوزیتی عبور کابل، تیرهای کامپوزیتی و پلیمرهای رسانای جریان الکتریسیته.
- ❖ پزشکی: نانوپلیمرها در مهندسی بافت، نانوپلیمرها در رهایش کنترل شده دارو، بازسازی بافت، پوشش دهی زخم و مهندسی پزشکی.
- ❖ پتروشیمی: تجهیزات صنایع پتروشیمی، رنگرزی و پوشش دهی.
- ❖ عمران: آسفالت پلیمری، قیر پلیمری، مهندسی سازه و بتن پلیمری.
- ❖ نظامی: اسلحه های شخصی، جنگ افزارهای بزرگ، موشک و هواپیما.
- ❖ ساختمان: بتن با عملکرد بالا، کاربرد در کاهش مصرف انرژی ساختمان، پوشش دهنده ساختمان و پوشش دهنده ضدحریق.



کاربرد پلیمر در صنعت خودروسازی

۲-۵ نتیجه گیری:

کاربرد مواد پلیمری و تحولات ناشی از آن ها طی دهه های اخیر آنچنان افزایش یافته است که تصور دنیای کنونی بدون وجود پلیمرها غیرممکن شده است. نقش پلیمرها در بر طرف کردن نیازهای اساسی جامعه از قبیل پوشاک، بهداشت، درمان، مسکن، ارتباطات، حمل و نقل، صنایع نظامی و غیره کاملاً مشهود است. بدین ترتیب در این مقاله سعی شد شرح مختصری از ویژگی های کاربردی پلیمرها داده شود.

۳- بیان ارتباط بین ساختمان و خواص مواد

متالورژی، دانش و فن (علم و هنر) ساخت فلزات و آلیاژها در اشکال با خواص مناسب برای کاربردهای مختلف است. بیشتر مردم تنها آن را به عنوان یک هنر و فن باستانی میشناسند؛ مطمئناً این رشته جایی در تاریخ باستانی دارد و ما را از عصر حجر به عصر برنز و سپس به دوره آهن آورده است؛ تبدیل معجزه آسای سنگها به فلزات درخشنده و براق، اساس راز کیمیاگری محسوب می شد و هیچگونه دانش و علمی برای روشن کردن دنیای مرموز مربوط به فلزات و ساختن آلیاژها وجود نداشت. این حالت مرموز و افسانه ای که از دیرباز در اذهان بوده است، هنوز هم به طور ناخودآگاه سهم مهمی در کشفیات مهم متالورژیست های امروزی در تولید فلزات و آلیاژهای جدید برای موتورهای جت، راکتورهای هسته ای، مدارات الکترونیکی و سایر قطعات پیشرفته مهندسی به عهده دارد؛ لکن این موفقیت ها در اثر جادوی سیاه و کهنه افسانه ای نم یباشد بلکه با کاربرد مشخص و منطقی اصول علمی صورت گرفته است.

امروزه متالورژی، رشته منسجمی از علوم کاربردی بر اساس فهم روشن ساختمان ها و خواص فلزات و آلیاژها می باشد و بر سه پایه متالورژی شیمیایی، متالورژی مکانیکی و متالورژی فیزیکی استوار است.

۳-۱ متالورژی شیمیایی

متالورژی شیمیایی درباره کلیه خواص شیمیایی فلزات، از جمله درهم آمیختن فلزات با هم دیگر و آلیاژسازی است؛ لکن به دو دلیل اصلی و عملی، قسمت بزرگی از این مبحث، درباره واکنش های اکسایش-احیای فلزات است. دلیل اول آن است که

اکثر فلزات در طبیعت به صورت اکسیدها، سولفیدها، کلرورها، کربنات ها و غیره یافت می شوند و قدم مهم در تبدیل این سنگ معدن ها به فلزات یعنی متالورژی استخراجی، یک فرایند یا احیای شیمیایی است. دلیل دوم، وقتی که یک قطعه فلزی در تماس با محیط خود قرار می گیرد، همان واکنش های انجام شده در استخراج فلزات در جهت عکس، تمایل به انجام شدن پیدا می کنند و فلز مورد نظر بدین ترتیب از حالت فلزی به حالت اکسیدشده قبلی خود برمی گردد یعنی زنگ می زند، یا به طور کلی خورده می شود، لذا کار اصلی یک شیمی-متالورژیست، به دست آوردن فلزات در حالت فلزی و نگهداری آن در این حالت است.

۲-۳ متالورژی مکانیکی

اهمیت فلزات در صنعت و دنیای امروز و دیروز، مرهون خواص مکانیکی منحصر به فرد آن هاست: استحکام بالا همزمان با قابلیت تغییر شکل (پلاستیکی مطلوب) قابلیت انعطاف و چکش خواری، (این خاصیت پلاستیسیته یا شکل پذیری، به فلزات امکان می دهد که در فرایندهای شکل دادن فلزات مثل پرس کردن، کشش و فورجینگ، به اشکال مختلف تبدیل شوند: مانند تولید بدنه اتومبیلها، قوطیهای مواد فلزی و تیر آهن؛ حتی نکته مهم تر آن که، همین خاصیت پلاستیسیته، باعث به وجود آمدن تافنس ۱ یا چقرمگی خارق العاده ای در فلزات قوی میگردد. چقرمگی عبارتست از توانایی تحمل تمام برخوردها و ضربه های شدید به مدت طولانی در کاربردهای خشن. متالورژی مکانیکی درباره تمام جنبه های این موضوعات کار میکند. همچنین آزمایش های خواص مکانیکی، تعیین کننده رابطه بین این خواص و طراحی مهندسی و انتخاب مواد و کارایی فلزات هنگام کار می باشد.

۳-۳ متالورژی فیزیکی

به طور کلی متالورژی فیزیکی، دنیای درون مواد و به ویژه فلزات را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد و ناگفته پیداست از این بررسی، بسیاری از خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی فلزات، قابل توجیه و تفسیر خواهد بود؛ بنابراین لازم است، هر شخصی که تمایل به مطالعه در زمینه علوم مهندسی مواد-فلزات را دارد، در وهله اول متالورژی فیزیکی را به خوبی فرا می گیرد. به ندرت می توان در طبیعت چیزهایی یافت که بی روح تر از یک قطعه فلز به نظر آید. غالباً بیننده تصویر خود را روی سطح صاف و براق آن می بیند و از دنیای درون آن اطلاعی ندارد، لیکن دنیای داخلی آن، بس ژرف و نامتناهی است. الکترونها با سرعت های سرسام آور از یک طرف به طرف دیگر در حال حرکت هستند. همچنین خود اتم ها نیز متحرک بوده و جای خود را تغییر می دهند، حتی وقتی که فلز کاملاً جامد شده است. تغییرات درجه حرارت می تواند باعث شود که ترتیب قرار گرفتن اتم ها به طور ناگهانی، به کلی دگرگون گردد. نظم و ترتیب های اتمی کاملاً جدیدی را می توان با آلیاژسازی در فلز به وجود آورد و خود این ترتیب های اتمی نیز به نوبه خود با عملیات حرارتی قابل تغییر خواهند بود؛ و یا تغییر شکل پلاستیکی فلزات از طریق حرکت یک نوع نواقص داخلی شبکه های کریستالی به نام نابجاییها قابل توجیه می باشد. مطالعه کلیه اثراتی از این قبیل، به شاخه متالورژی فیزیکی مربوط می شود؛ یعنی قسمتی از موضوع که با ساختمان های فلزات و آلیاژها سروکار دارد و هدفش طراحی و تولید ساختمان هایی است که بهترین خواص ممکن را به دست دهند.

همچنین می توان گفت که متالورژی فیزیکی، علمی است که خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی فلزات (اعم از فلزات خالص و آلیاژهای فلزی) را به یکدیگر مرتبط می سازد و این ارتباط، از بعد ساختاری و خواص آن ها خواهد بود و در واقع این علم، ارائه راهکارهای تئوری و روش های عملی تغییرات خواص را بر عهده دارد.

جهش ناگهانی متالورژی فیزیکی در نیمه دوم قرن نوزدهم بود. در آن زمان، "سوربی" با تغییراتی که در میکروسکوپ نوری داد، تکنیک متالوگرافی را برای مشاهده ساختمان فلزات و آلیاژها ارائه نمود و بدین ترتیب ساختمان داخلی فلزات آشکار گردید. چیزی که مشاهده شد دانه های فلزی یا مقطعی از کریستال های ظریفی بود که یکدیگر را در میان گرفته بودند. البته میکروسکوپهای نوری نمی توانست دلیل مستقیمی برای ترتیب اتمی کریستالی در فلزات ارائه نماید و این مسئله با کشف تفرق مرتفع شد و کاربرد این روش، تحولی دیگر در متالورژی فیزیکی در دهه X اشعه ۱۹۲۰ ایجاد نمود. پیشرفت بزرگ بعدی در اوایل ۱۹۳۰ و ارائه تئوری کوانتم الکترون ها بود، به گونه ای که واقعا بتوان توضیح داد یک فلز چیست؟ چطور جریان الکتریسیته را هدایت می کند؟ و لذا نیروهای نگهدارنده اتم های فلزات از اینجا فهمیده شد و این، شروعی بود بر تئوری آلیاژها. در سال های بعد از جنگ جهانی دوم و نیاز به فلزات و آلیاژهای جدید مورد استفاده در موتورهای جت یا راکتورهای هسته ای، متالورژی فیزیکی همچنان بیشتر به جلو میرفت. در حال حاضر نیز ساخت میکروسکوپ های الکترونی قوی و میکروسکوپ های یونی ۱، مطالعه ساختمان فلزات را در مقیاس اتمی امکانپذیر ساخته است و همچنان متالورژی فیزیکی رو به تکامل است.

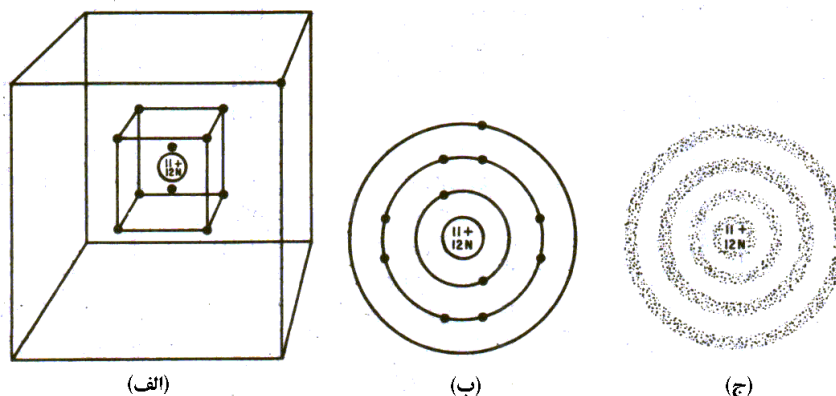
۴- ساختمان درونی مواد

ساختمان درونی مواد که شامل اتم ها و یون هاست. بنابراین بحث این بخش را با اصول تئوری اتمی مواد شروع می کنیم

۴-۱ اصول تئوری اتمی مواد

۴-۱-۱ کلیات ساختمان اتم و بررسی تئوری های اولیه

میدانیم که هر ماده ای از تعدادی اتم تشکیل یافته است و خود اتم شامل سه بخش اصلی است: پروتون ها و نوترون ها و الکترون ها. در مرکز هر اتم، هسته قرار دارد ۱ و به دور آن الکترون ها در حرکت هستند و نوکلئون یا ذرات اولیه تشکیل دهنده هسته، ۱۸۴۰ بار سنگین تر از یک الکترون می باشند؛ لذا معمولا تمام جرم یک اتم در مرکز هسته آن متمرکز است. پروتون ها دارای بار الکتریکی مثبت می باشند و نوترون ها از لحاظ الکتریکی خنثی هستند؛ مجموع این دو قسمت در هسته اتم متمرکز می شوند و همانطور که گفته شد سنگین ترین بخش اتم، هسته آن است. الکترون ها از لحاظ الکتریکی منفی اند و حول هسته به صورت ابرالکترونی بر روی مداراتی خاص در چرخش می باشند. اغلب خواص مواد به رفتار همین الکترونها و اطراف هسته (که از لحاظ تعداد، برابر با پروتون ها هستند) بستگی دارد و در بین این الکترون ها، همواره الکترون های آخرین مدار بیشترین اهمیت را دارند. به جهت در خصوص ساختمان اتم و چگونگی قرارگیری الکترون ها و پروتونها و نوترون ها نسبت به یکدیگر نظریه های مختلفی از گذشته تاکنون ارائه شده است. در سال ۱۹۱۶، جی. لوپس و ال. لنگمیر دو تن از دانشمندان آمریکایی، ساختمان اتم را این گونه فرض نمودند که پروتون ها و نوترون ها در یک هسته مرکزی چگال متمرکز می گردند. الکترون ها در یک موقعیت ثابت بیرون از هسته وجود دارند بدین صورت که الکترون سوم به بعد در رؤس یک مکعب واقع شده در بیرون هسته قرار میگیرند و الکترون های بعدی در رؤس بعدی مکعب بعدی. در هر مکعب ۸ الکترون قرار می گیرد اما در بعضی از فلزات سنگین، در مکعب های بیرونی بیشتر از ۸ تا هم می تواند وجود داشته باشد



الف (مدل لوئیس-لنگمویر) ب(مدل بور) ج (مدل مکانیک موجی)

بعد از آن یک مدل دینامیکی از اتم، توسط دانشمند دانمارکی به نام ان بو ر ارائه گردید. این مدل نواقص کمتری از مدل قبلی داشت و اساس آن چیزی است که امروزه مورد توافق قرار گرفته است. مدل فرضی بور در خصوص اتم سدیم در شکل ب آمده است. با توجه به این فرضیه هستهٔ یک اتم شامل تمام پروتونها و نوترون ها است، لذا جرم یا وزن یک اتم در مرکز آن متمرکز می گردد و الکترون ها در مداراتی مشخص حول هسته می چرخند، همانند منظومهٔ شمسی که سیارات به دور خورشید می چرخند. هر واحد وزن اتمی با یک پروتون یا یک نوترون مرتبط می گردد.

اما سوال اینجاست که وقتی می گوئیم وزن اتمی اکسیژن ۱۶ م یباشد، آیا منظور، ۱۶ پروتون یا ۱۶ نوترون یا ۱۶ تا از هر دو است؟ برای پاسخ به این سوال بایستی از پارامتر عدد اتمی نیز استفاده نماییم؛ بدین معنا که وقتی عناصر را در جدول تناوبی به طور منظم در کنار هم قرار می دهیم، ملاحظه خواهیم نمود هر عنصر از دو عدد تشکیل شده است: یک عدد اتمی و یک وزن اتمی. مثلاً هیدروژن، سبکترین عنصر موجود و اولین عنصر، شامل یک پروتون در هسته است؛ دومین عنصر یعنی هلیم از دو پروتون در هسته تشکیل یافته است و سومین عنصر یعنی لیتیم، سه پروتون را شامل می شود و نهایتاً نود و دومین عنصر یعنی اورانیوم از ۹۲ پروتون تشکیل شده است که این اعداد همگی اعداد اتمی عناصر هستند. حال چنین عددی برای اکسیژن ۸ است، یعنی از ۸ پروتون تشکیل شده است و عدد ۱۶ وزن اتمی آن است و این بیانگر آن است که هستهٔ اتم اکسیژن از ۸ پروتون و ۸ نوترون تشکیل شده است. لذا عدد اتمی یک عنصر برابر است با تعداد پروتون ها و یا مساوی با تعداد الکترون ها (شکل زیر).

Periodic Table of the Elements

The image shows a standard periodic table of elements. The elements are arranged in rows and columns based on their atomic number and chemical properties. The table is color-coded to show different groups and subgroups. A legend at the top explains the color coding: states of matter (color of frame), metal/non-metal classification (color of background), and chemical properties (color of background). The legend also includes a diagram of the periodic table showing the positions of the groups and subgroups.

طبق نظریه بور، الکترون ها بر روی مداراتی مشخص یا پوسته هایی معین حول هسته می گردند که حداکثر تعداد آن ها در هر پوسته برابر است با $2n^2$ (n عدد پوسته). لذا حداکثر تعداد الکترون مدار اول ۲، مدار دوم ۸، مدار سوم ۱۸، مدار چهارم ۳۲ و الی آخر خواهد بود. از طرفی هر پوسته، خود به چند تراز یا موقعی ت انرژی تقسیم می گردد. با توجه به اصل طرد یا انحصار پائولی در هر تراز انرژی هی چگاه دو الکترون نمی تواند قرار بگیرد مگر آن که جهت چرخش مخالف هم داشته باشند یا حرکت اسپینی مخالف هم ۳ داشته باشند. پس با توجه به نظریه بور، نکات ذیل قابل استخراج خواهد بود:

نکته اول: هر پوسته شامل چند تراز انرژی است.

نکته دوم: اصل طرد پائولی.

نکته سوم: هر چه از هسته فاصله می گیریم تعداد ترازهای انرژی بیشتر می شود.

نکته چهارم: الکترون ها همواره تمایل دارند پایین ترین ترازهای انرژی را پر کنند.

۴-۱-۲ تئوری مدرن اتمی

با گذشت زمان و تکامل تدریجی علوم، بر روی تئوری بور اصلاحاتی صورت گرفته است و این نظریه تا حد امکان به واقعیت نزدیک شده ولی کماکان نقائصی در آن یافت می شود. در سال ۱۹۲۰ با توسعه و پیشرفت فرضیات مکانیک موج، دانشمندانی چون نهایزبرگ و شرودینگر ۴، نظریه مدرن ساختمان اتم را با استفاده از معادلات ریاضی بیان کردند. با توجه به این نظریه پوسته های الکترون، مدارات مشخص و معینی نیستند بلکه هاله های متحدالمرکزی حول هسته خواهند بود که این هاله ها از لحاظ الکتریکی منفی بوده و محتمل ترین منطقه حرکت الکترون می باشند (شکل ج)

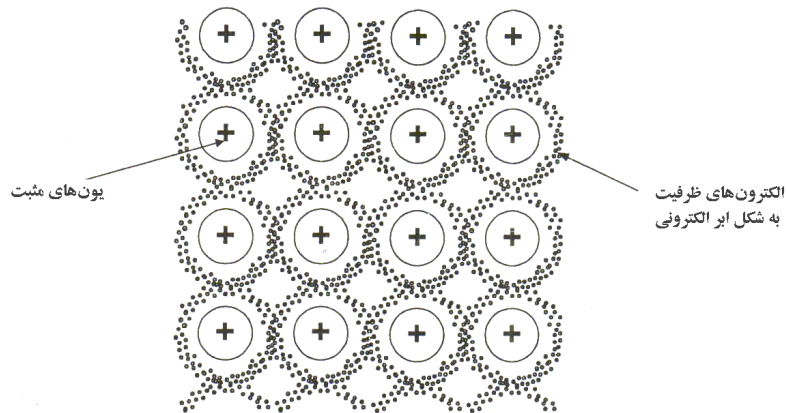
۳-۱-۴ پیوندهای اتمی

در اثر وجود میدان های جاذبه ای و الکتریکی بین ذرات، فعل و انفعالات متفاوتی بین اتم ها وجود دارد. این فعل و انفعالات، مشخص کننده وجود انرژی پتانسیل در ذرات است. از سوی دیگر در همین حالت، ذرات مداوما در حال حرکتند و بنابراین دارای انرژی جنبشی هم هستند. شرایط تعادلی برای هر سیستم ترمودینامیکی، هنگامی معنا پیدا میکند که انرژی پتانسیل و جنبشی در حداقل مقدار خود باشند. هر حالت از ماده با فاکتورهای حالت قابل تشخیص می باشد (فاکتورهای حالت عبارتند از دما، فشار، حجم مخصوص و غلظت) برای سیستم های چندجزیی برای این اساس پیوند پایدار بین ذرات، هنگامی حاصل می شود که انرژی حاصل از کل سیستم در اثر پیوند کم تر از مجموع انرژی تک تک ذرات شود. اختلاف انرژی بین این دو حالت به "انرژی پیوند" معروف است. با توجه به آن که مواد در حالت های مختلف گازی، مایع و جامد وجود دارند، می توان این نتیجه را اثبات نمود که اتم ها از لحاظ انرژیاتی، هنگامی که با یکدیگر پیوند برقرار می کنند، پایدارتر از حالت آزاد هستند. پیوند شیمیایی بین اتم ها و یا مولکول ها به دو گروه اصلی تقسیم بندی می شود - پیوند بین اتمی اولیه (قوی) - پیوند ثانویه (ضعیف)

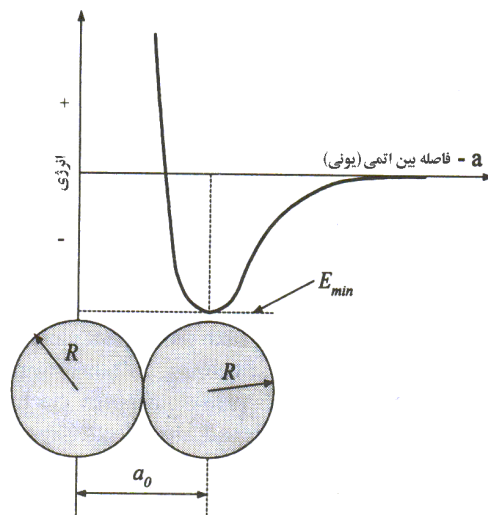
۱-۳-۱-۴ پیوند بین اتمی اولی (قوی)

باند های بین اتمی اولیه، محصول نیروهای پیوندی قوی بین اتم ها هستند و لذا اساساً این پیوندها، پیوندهای قوی محسوب می شوند. این پیوندها به سه گروه اصلی تقسیم بندی می گردند: فلزی، یونی و کووالانسی.

الف- پیوند فلزی: این پیوند در فلزات یافت می شود. در این حالت، اتم ها در موقعیت های هندسی خاصی منطبق با ساختمان کریستالی فلز قرار می گیرند. هر ماده فلزی دارای یک، دو یا سه الکترون ظرفیت است. در پیوند فلزی به دلیل فشردگی اتم ها، هسته اتمهای همسایه بر روی الکترون های ظرفیت، تاثیرگذار خواهد بود. بنابراین اتصال الکترونهای ظرفیت به هسته اتم مربوطه، تحت تاثیر واقع شده و تضعیف می شود. نتیجتاً این الکترون ها از اتم جدا شده و "ابر الکترونی" یا گاز الکترونی را حول کل هسته ها حاصل می کنند. این گاز الکترونی دانسیته کمی دارد و حرکتی کاملاً آزادانه حول هسته خواهد داشت. با توجه به این موضوع درمی یابیم که پیوند فلزی در مواد جامد، در واقع قرارگیری "یونهای فلزی" در نقاط خاصی از شبکه کریستالی می باشد. این یونهای فلزی از لحاظ الکتریکی مثبت اند و فاقد الکترون ظرفیت هستند. الکترونهای ظرفیت، آزادانه حول یون ها در شبکه کریستالی حرکت می کنند و به آن ها "الکترون های آزاد" می گویند. این الکترون های آزاد توجیه کننده بسیاری از خواص فلزی می باشند، که می توان خواصی چون هدایت الکتریکی و حرارتی خوب فلزات را بر شمرد



معمولا شکل پذیری خوب فلزات، کاملا مرتبط با همین خصوصیت پیوند فلزی می باشد. در مقایسه با سایر پیوندهای اتمی، بالاترین فشردگی اتمی مربوط به پیوند فلزی است. این مسئله باعث می شود که وقتی یک نیروی خارجی به شبکه کریستالی وارد می شود یک صفحه اتمی بر روی صفحه اتمی دیگر می لغزد، بدون آن که هر گونه پارگی یا قطع شدگی پیوند بین اتمی حاصل شود. از سویی، الکترون های آزاد که ایجاد کننده گاز الکترونی هستند، با تعدادی از اتم های همسایه در ارتباط می باشند؛ لذا یک میدان الکترونی با بار منفی و دارای حرکتی آزادانه حاصل می کنند که همواره در طی حرکت اتم ها از پیوند فلزی مراقبت و محافظت خواهند نمود. بدیهی است که انرژی حاصل از کل اتم ها در پیوند فلزی، کوچک بدیهی است که انرژی حاصل از کل اتم ها در پیوند فلزی، کوچک تر از انرژی کل اتم های مجزا خواهد بود. این موضوع در شکل زیر نشان داده شده است، بدین ترتیب که تغییرات در انرژی دو اتم مجاور هم به صورت تابعی از مسافت بین آن ها در پیوند فلزی آورده شده است. این شکل به طور واضح نشان می دهد که حداقل انرژی در مسافت a به وجود می آید و این مسافت، فاصله ای است که دو اتم با پوسته های خارجی خود کاملا به هم متصل هستند؛ این حالت، حالت تعادلی است و انرژی کمینه مرتبط با آن (Emin) همان "انرژی پیوند" است. در شکل زیر تغییرات انرژی پیوند برای دو اتم همسایه نشان داده شده است. بدیهی است در صورتی که ما همه اتم های سهمیم در پیوند را در نظر بگیریم، تغییرات انرژی پیوند تا حدی متفاوت خواهد شد ولی به هر حال انرژی کل پیوند اتم های سهمیم در پیوند، کمتر از انرژی اتم های مجزا خواهد بود.



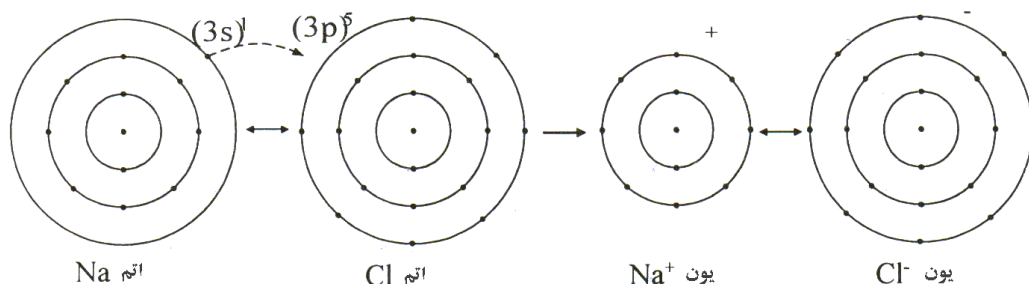
همانطور که در جدول زیر دیده می شود، انرژی پیوند مواد مختلف و پارامتر بسیار نزدیک به آن که نقطه ذوب است، نسبت به هم خیلی متفاوت است. بطور کلی، این نکته را می توان بیان نمود که هر چقدر تعداد الکترون های ظرفیت کاهش می یابد، نمودار انرژی پیوند فلزی تیزتر می شود؛ بنابراین فلزات قلیایی که دارای یک الکترون ظرفیت هستند، تیزترین پیوند فلزی را دارند و انرژی پیوند و نقطه ذوب این گروه از فلزات نسبتاً کم است. بر همین اساس، هر چقدر تعداد الکترون های ظرفیت در پیوند فلزی زیاد می شود، هم انرژی پیوند و هم نقطه ذوب زیاد می شود.

نقطه ذوب (°C)	انرژی پیوند (kJ/mol)	آرایش الکترونی	سمبل شیمیایی عنصر
۶۴	۹۰	$4s^1$	K
۴۱۹	۱۳۱	$4s^2$	Zn
۸۵۱	۱۷۷	$4s^2$	Ca
۹۶۰	۳۷۷	$s^2 4p^2$	Ge
۱۳۹۷	۳۴۲	$d^1 4s^2$	Sc
۱۸۱۲	۴۷۳	$d^2 4s^2$	Ti
۱۷۳۰	۵۱۵	$d^3 4s^2$	V
۱۹۰۳	۳۹۸	$d^5 4s^1$	Cr
۱۵۳۶	۴۱۸	$d^6 4s^2$	Fe

پیوند یونی

پیوند یونی معمولاً بین عناصر الکتروپوزیتیو قوی (غالباً فلزات) و عناصر الکترونگاتیو قوی (غالباً غیرفلزات) اتفاق می افتد. عناصر الکتروپوزیتیو عناصری هستند که در طی واکنش های شیمیایی، الکترون های خود را از دست می دهند لذا یک یون مثبت حاصل شده و به آن کاتیون می گویند؛ الکترون هایی که از دست می روند، الکترون های ظرفیت هستند. عناصری که در سمت چپ جدول تناوبی واقع می شوند (ستون ۱ و ۲ و ۳) در این گروه قرار می گیرند. عناصر الکترونگاتیو، عناصری هستند که الکترون قبول می کنند بنابراین یون منفی به وجود می آورند و آنیون نام دارند. الکترو نهایی پذیرش شده معمولاً الکترون های ظرفیت هستند. این عناصر معمولاً در طرف راست جدول تناوبی قرار گرفته اند (ستون های ۶ و ۷) اصولاً الکترونگاتیو عناصر در جدول تناوبی، در هر ردیف جدول از چپ به راست، و در هر ستون از پایین به بالا زیاد می شود. در پیوند یونی عنصر الکتروپوزیتیو (فلز)، یک یا دو الکترون از دست می دهد؛ در حالی که عنصر الکترونگاتیو (غیرفلز) آنها را قبول می کند. لذا هر دو این عناصر در لایه آخر خود دارای الکترون های کامل می شوند؛ به عبارت دیگر در حالت پایدار قرار می گیرند. در همین حالت عنصر الکتروپوزیتیو دارای بار مثبت بوده و عنصر الکترونگاتیو دارای بار منفی می شود و این، عامل ایجادکننده پیوند یونی است. پس نیروهای پیوند یونی که نتیجه بارهای مخالف می باشند اصطلاحاً به "نیروهای جاذبه"

الکترواستاتیک کولمبی "معروف می باشند. این نوع پیوند دارای انرژی پیوند قوی و مثال بارزی از این نوع پیوند کلرید سدیم (NaCl) مهم بوده و غیر جهت دار است می باشد. در طی فرایند یونیزاسیون، تک الکترون ظرفیت اتم سدیم به اتم کلر متصل می شود



بعد از آنکه پیوند یونی حاصل شد، اتم های شرکت کننده، دارای هیچگونه الکترون آزادی نخواهند بود و الکترون ها منحصرأ بر روی پوسته های الکترونی واقع می شوند. نتیجتاً هدایت الکتریکی و حرارتی اینگونه مواد تا حد قابل توجهی کمتر از مواد با پیوند فلزی خواهد بود. ساختار الکترونی ایجاد شده در طی پیوند نیز گویای این نکته است چرا که این دسته از مواد کاملاً ترد هستند و بدون هیچگونه تغییر شکلی در جهت صفحات مشخص می شکنند؛ این مسئله به دلیل وجود بار الکترونی مخالف یون ها رخ می دهد. از سوی دیگر، نیروی پیوند و نقطه ذوب موادی که دارای پیوند یونی هستند نسبتاً بالا است

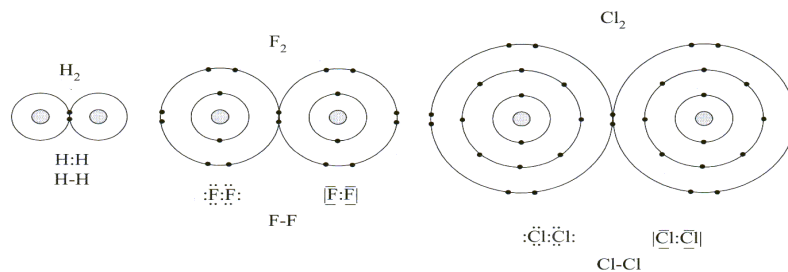
ترکیبات یا پیوند یونی	انرژی پیوند (E) (kJ/mol)	نقطه ذوب (°C)
CsCl	۶۴۹	۶۴۶
KCl	۶۸۶	۷۷۶
NaCl	۷۶۶	۸۰۱
BaO	۳۱۲۷	۱۹۲۳
CaO	۳۵۸۳	۲۵۸۰
MgO	۳۹۳۲	۲۸۰۰

پیوند کووالانسی

پیوند کووالانسی در بین پیوندهای اولیه، قوی ترین پیوند محسوب می شود. بر خلاف پیوند یونی که پیوند موجود، بین عناصر الکترونگاتیو و الکتروپوزیتیو می باشد، پیوند کووالانسی در بین عناصری وجود دارد که نزدیک به هم، در سمت راست جدول تناوبی قرار دارند و در الکترونگاتیویته آن ها، اختلاف کمی وجود دارد. در صورتی که خود را به اشتراک بگذارند، به p و s دو یا تعداد بیشتری از اتم ها، الکترون های ظرفیت طوری که به حالت پایدار رسیده و مدار لایه آخر آنها تکمیل شود، آنگاه پیوند کووالانسی به وجود می آید. اگر الکترون های پیوند به طور مساوی بین اتم ها تقسیم شوند که به آن " پیوند کووالانسی متقارن " گفته می شود، ماده حاصله از سختی بسیار بالایی برخوردار می گردد؛ مثالی از این حالت الماس و چندین سرامیک دیگر است. از سوی دیگر، به اشتراک گذاشتن الکترون ها در پیوند کووالانسی همیشه به صورت کاملاً

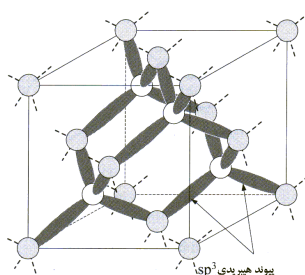
متقارن نیست؛ در این حالت نیز سختی، قابل توجه است، اما در مقایسه با الماس سختی کمتری خواهیم داشت. کوارتز SiO_2 مثال خوبی از این حالت است

ساده ترین پیوند کووالانسی در مولکول هیدروژن وجود دارد، به طوری که یک الکترون از هر کدام از دو اتم هیدروژن، به اشتراک گذاشته شده و پیوند کووالانسی حاصل می شود. مولکول های دیگری چون N_2 و O_2 ، F_2 نیز چنین حالتی از پیوند کووالانسی را از خود نشان می دهند (شکل زیر)



در مباحث شیمی، پیوند کووالانسی با در نظر گرفتن نقاطی حول سمبل شیمیایی اتم های متصل به هم نشان داده می شود. در این نوع پیوند، الکترو نهایی پیوند از هسته اولیه شان جدا نمی شوند و در همین زمان متعلق به اتم دیگر نیز هستند؛ این موضوع، تفاوت اصلی پیوندهای کووالانسی با پیوندهای فلزی در نوع به اشتراک گذاردن الکترون هاست. از نقطه نظر مهندسی، آن دسته از پیوندهای کووالانسی که یکی از عناصر شرکت کننده آن، کربن باشد، جایگاه ویژه ای دارند، چرا که کربن عنصر پای های در خیلی از پلیمرهاست.

با توجه به خصوصیات اتمی کربن، این عنصر می تواند به صورت باندهای تکی، دوگانه، سه گانه، و یا حتی چهارگانه اتصال برقرار کند. اگر چهار پیوند کووالانسی کاملا پایدار و منظم به صورت چهاروجهی برای اتم کربن حاصل شود حالت الماسی کربن شکل می گیرد (شکل زیر). این گونه پیوندهای کووالانسی متقارن کربن، سختی بسیار بالا، انرژی پیوند بالا، نقطه ذوب بسیار بالا برای ماده بوجود آمده که الماس است، حاصل میکند.



۴-۲ ساختمان اتمی مواد جامد

اصولا جامدات دارای دو نوع ساختمان اتمی می باشند:

الف) ساختمان کریستالی: کریستال ها از حالت های مذاب، بخار و محلول مواد، شکل می گیرند. در این حالات ذکر شده، اتم ها نامنظم می باشند و با تغییر درجه حرارت، فشار و یا غلظت، اتم ها در آرایش منظم به هم مربوط شده و شکل کریستال را می سازند. هنگامی که ذرات یک ماده (اتم ها)، در حالت مذاب آزادانه حرکت می کنند، با سرد شدن، در درجه حرارتی که

نقطه انجماد ماده است، اتم‌ها در فاصله‌ای مشخص به طور منظم در کنار هم متوقف شده و شکل کریستال ماده را به خود می‌گیرند و با سرد شدن کریستال، فاصله اتم‌ها نیز به طور یکنواخت کم می‌شود.

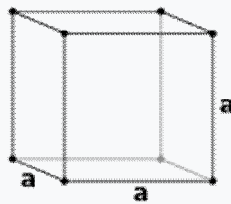
(ب) ساختمان آمورف یا بی‌شکل: در مواد آمورف قرار گرفتن اتم‌ها در هنگام انجماد تقریباً بدون نظم و ترتیب است. از آنجایی که در انجماد یک ماده آمورف، تغییر حالت کریستالی رخ نمی‌دهد، لذا دمای ثابتی به عنوان نقطه انجماد برای مواد آمورف وجود ندارد و این مواد حین سرد شدن، ابتدا خمیری و سپس منجمد می‌گردند. از مواد آمورف می‌توان به شیشه‌ها، پلاستیک‌ها و لاستیک‌ها اشاره نمود.

۵ ساختار بلوری

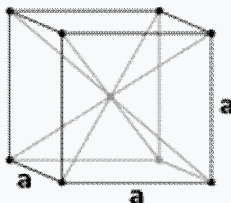
به ساختار و جهت‌گیری اتم‌ها، یون‌ها، یا مولکول‌های داخل بلور جامد یا مایع ساختار بلوری گفته می‌شود. کاربرد این اصطلاح در علم بلورشناسی و کانی‌شناسی می‌باشد. ساختار به شدت مرتب بلورها از طبیعت به متقارن اجزاء تشکیل دهنده آن نشأت می‌گیرد. ساختار بلوری را می‌توان مجموعه‌ای از جعبه‌های کوچک در نظر گرفت که تا بی‌نهایت تکرار می‌شوند. این جعبه‌ها یا اجزاء واحد کوچکترین واحد حجمی می‌باشند که همه اطلاعات ساختار و تقارن برای تشکیل ساختار ماکروسکوپی بلور را در خود دارد. الگوهای ساختار بلوری از یک نقطه بلور شروع می‌شوند در سه جهت تکرار می‌شوند. طول لبه سلول منفرد و زاویه لبه آن پارامترهای بلور می‌باشند. ساختار بلوری نقش اساسی در بسیار از خواص فیزیکی ایفا می‌کنند. از جمله این نقش‌ها می‌توان به رخ، نوارهای الکترونی، و شفافیت بصری اشاره نمود.

۵-۱ انواع ساختار شبکه بلوری

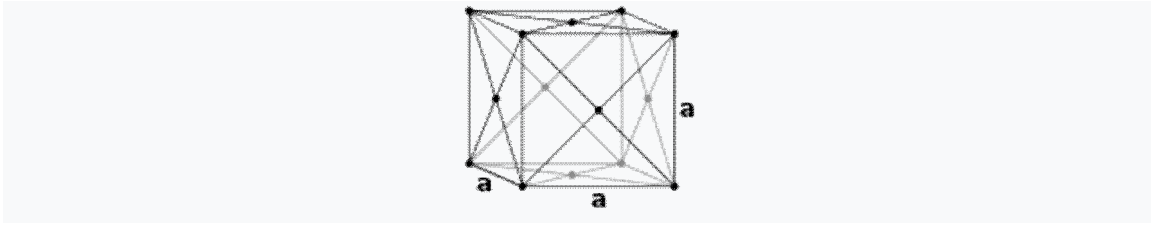
دستگاه بلوری مکعبی (cubic crystal): به یکی از ۷ دستگاه شبکه‌های بلوری گفته می‌شود که ۳ گونه مکعبی شکل را در بر می‌گیرد.



مکعبی ساده SC

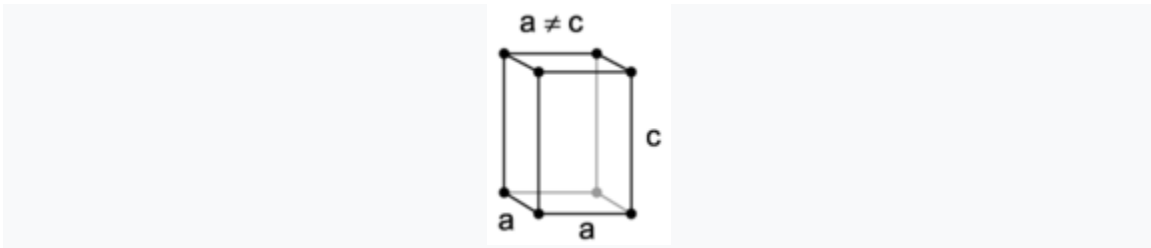


مرکز پر BCC

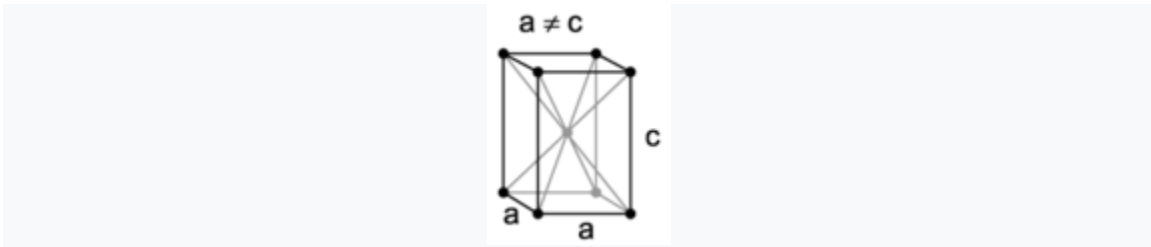


وجوه مرکز پر FCC

دستگاه بلوری چهارگوشه یا تتراگونال (به انگلیسی (Tetragonal crystal system): یکی از ۷ دستگاه بلوری) دستگاهی که با سه بردار شناخته می‌شود) است که در آن قاعده مربع بوده و ارتفاع برابر اندازه ضلع مربع نیست. همه زاویه‌ها هم ۹۰ درجه‌اند. دوگونه شبکه ازین دستگاه باشند است.



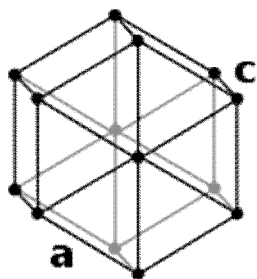
چهارگوشه ساده



چهارگوشه مرکز پر

دستگاه بلوری شش‌گوشه یا هگزاگونال (به انگلیسی (Hexagonal crystal system): یکی از ۷ دستگاه بلوری) (دستگاهی که با سه بردار شناخته می‌شود) است. یکی از ساختارهای فشرده‌است که در آن فضای تهی میان اتم‌ها به کمینه کاهش یافته‌است یا به دیگر سخن انباشتگی بسته دارد. بیش تر فلزها، آلیاژها و حتی سرامیک‌ها دارای ساختارهایی از گونه ً

مکعبی هستند و کمتر فلزها و آلیاژهایی هستند که دارای چنین ساختاری (شش گوشه) باشند؛ مانند Mg و Zn. در دانش کانه‌شناسی بیشتر به ساختارهای هگزاگونال (شش گوشه) برمی‌خوریم

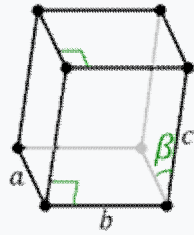


شش گوش

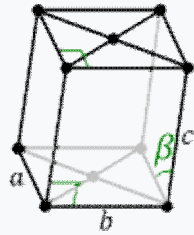
دستگاه بلوری راست‌لوزی یا اورتورومبیک به انگلیسی (Orthorhombic crystal system): که از ۷ دستگاه بلوری دستگاهی که با سه بردار شناخته می‌شود) است که در آن سه بردار نامساوی بوده و همه زاویه‌ها ۹۰ درجه هستند. چهار گونه دستگاه راست‌لوزی است.

راست‌لوزی ساده	راست‌لوزی قاعده‌مرکزپر	راست‌لوزی مرکزپر	راست‌لوزی وجوه مرکزپر

دستگاه بلوری تک‌شیب یا مونوکلینیک (به انگلیسی (Monoclinic crystal system): یکی از ۷ دستگاه بلوری دستگاهی که با سه بردار شناخته می‌شود) است که در آن همانند راست‌لوزی (ارترمبیک) بردارها نامساوی‌اند. ساختار منشوری را با قاعده متوازی‌الاضلاع شکل می‌دهد و ازینرو دو بردار عمود بوده و بردار سوم زاویه‌ای بجز ۹۰ خواهد داشت. دو گونه دستگاه تک‌شیب باشند است. ساده و و مرکزپر.

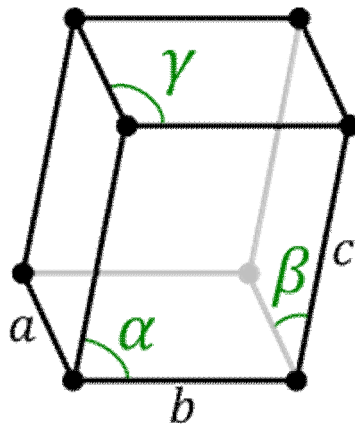


تک‌شیب ساده



تک‌شیب مرکزپر

دستگاه بلوری سه‌شیب یا تریکلینیک (به انگلیسی (Triclinic): یکی از ۷ دستگاه بلوری دستگاهی که با سه بردار شناخته می‌شود است که در آن سه بردار نامساوی بوده و هیچ‌کدام راست‌گوشه نیستند.



۳-۵ منشأ عیوب در مواد جامد غیر بلوری

ساختار شیشه‌ای در تمام گروه‌های مواد به دست می‌آید که دارای تعداد زیادی عیوب ساختاری هستند و در فلزات هم این ساختار دیده می‌شود و میتوان بوجود آورد. هیچ ماده‌ای به طور معمول بگونه‌ای منجمد نمی‌شود که دقیقاً اتمهای آن با

نظم بلوری خاصی در تمام نقاط ماده در کنار یکدیگر قرار بگیرند و همچنین تغییرات شرایط انجماد و یا ساخت مواد بگونه ای است که در ساختار غیر بلوری عیوبی ایجاد می شود.

۵-۳-۱ انواع عیوب در مواد

۱. عیوب نقطه ایی (Point defects)
۲. عیوب خطی یا یک بعدی (Linear Defects)
۳. عیوب سطحی یا دو بعدی (Surface defects)
۴. عیوب حجمی یا سه بعدی (Volume defects)

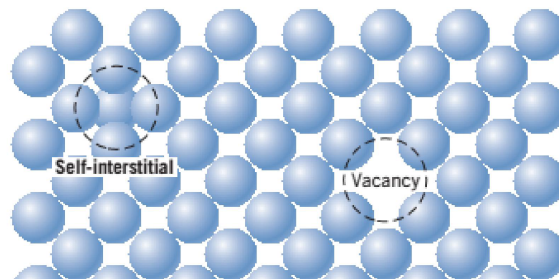
۵-۳-۱-۱ انواع عیوب نقطه ای

۱. جای خالی (Vacancy)

۲. بین نشینی (Interstitial)

۳. جانشینی (substitutional)

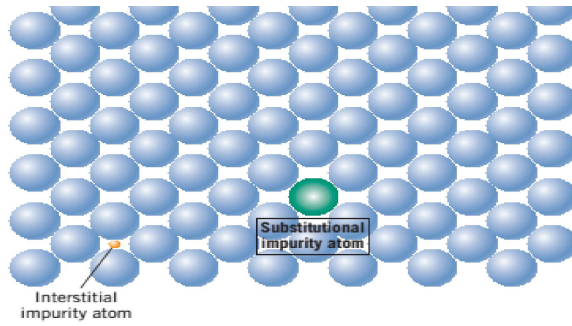
۱. جای خالی خود بین نشینی: ساده ترین عیب نقطه ای جای خالی است. بطوریکه در این نوع عیب یک اتم از جای خود گم شده است. در عیب خود بین نشینی یک اتم از جای دیگری به فضای بین اتمهای دیگر در شبکه دیگری نفوذ می کند.



مزایای عیب جای خالی: سهولت در قرارگیری اتمهای سایر مواد و آلیاژسازی- سهولت در جابجایی اتم ها در داخل شبکه بلوری (پدیده نفوذ) در حالت جامد
عوامل ایجاد عیب جای خالی: در ضمن انجماد-افزایش دما-تغییرشکل پلاستیک- بمباران با ذرات پرتوزی مثل نوترون ها- انجماد بسیار سریع

۲ و ۳. عیوب بین نشینی و جانشینی

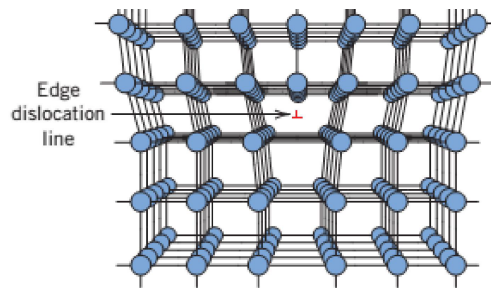
در این نوع عیب یک اتم از جیس دیگر بین اتمهای شبکه (بین نشینی) یا به جای یکی از اتمهای شبکه (جانشینی) قرار می گیرد. اتمهای بین نشین هستند N و O ، C اتمهای کوچک کاربرد مهم این عیب در آلیاژسازی است
یک مثال از عیب بین نشینی آلیاژ فولاد است و یک مثال از عیب جانشینی برنج (مس+روی) است.



۵-۳-۱-۲ انواع عیوب خطی یا نابجایی
 ۱. نابجایی لبه ای (Edge dislocation)
 ۲. نابجایی پیچی (Screw dislocation)
 ۳. نابجایی مخلوط (Mixed dislocation)

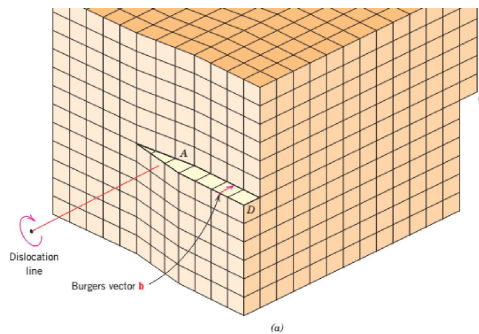
۱- نابجایی لبه ای

وجود یک ردیف اتم اضافی در ساختار بلوری ماده را نابجایی لبه ای گویند

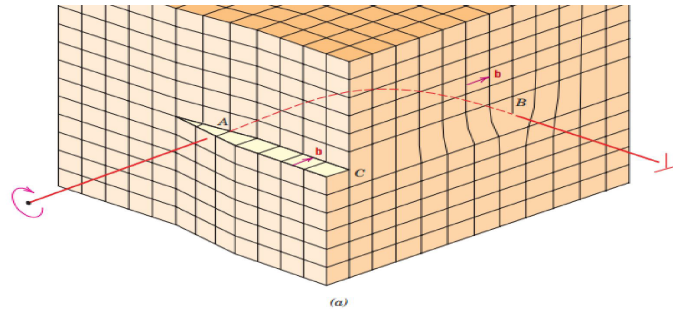


۲- نابجایی پیچی

این نابجایی ناشی از برش در شبکه بلوری است



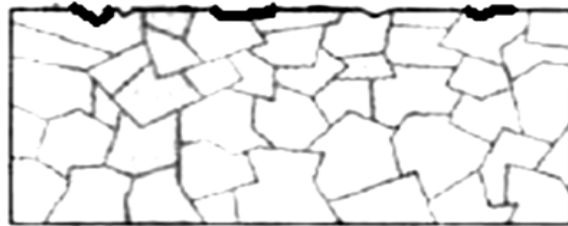
۳- نابیایی مخلوط



۳-۱-۳-۵ انواع عیوب سطحی

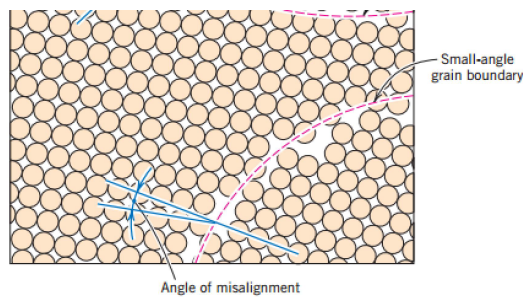
۱- سطوح خارجی ماده و پستی و بلندی های آن:

تحت تاثیر کشش سطحی و عوامل بیرونی از ماده قرار دارند و اتمهای واقع در سطح ماده چون در فضای خارج از ماده با اتمهای مشابه خود در تماس نیستند دارای سطح انرژی بالاتری نسبت به اتمهای داخل ماده هستند و آمادگی بیشتری برای ایجاد فعل و انفعالات شیمیایی دارند.



۳- مرزدانه ها و فصل مشترک های داخل ماده:

در داخل ساختار بلوری فصل مشترک دانه هایی که دارای جهات بلوری متفاوتی هستند را مرز دانه گویند. ضخامت مرز دانه در حد دو تا پنج اتم است



۳-۱-۳-۵ انواع عیوب سه بعدی یا حجمی

۱- حفرات

۲- ترکها

۳- مواد ناخالص

۴- ذرات فاز ثانوی

انواع عیوب سه بعدی از چند نانومتر تا چند سانتیمتر تغییر می کند و بر خواص فیزیکی و شیمیایی مواد بسیار موثر هستند و در کل در بسیاری از موارد باعث افت خواص می شوند.

۶- پیرومتالورژی (علم استخراج)

یکی از شاخه‌های متالورژی استخراجی است و شامل عملیات حرارتی مواد معدنی و سنگ‌های معدن متالورژیکی می‌باشد. همچنین تمرکز آن روی تحولات فیزیکی و شیمیایی مواد برای بازیافت فلزات با ارزش است.^[۱] عملیات پیرومتالورژیکی می‌تواند محصولاتی نظیر فلزات خالص، با ترکیبات متوسط یا آلیاژی تولید کند که به عنوان ماده^۱ اولیه^۲ مناسب برای فرایندهای بعدی، به فروش برسند. نمونه‌هایی از عناصر استخراج شده توسط فرایندهای پیرومتالورژیک عبارتند از اکسید عناصر کم واکنش نظیر آهن، مس، روی، کروم، قلع و منگنز.^[۲] تولیدات فلزات از زمان‌های قدیم تا پایان قرن نوزدهم تقریباً منحصر به فرد از فرایندهای پیرومتالورژیک^[۳] بود. در اواخر قرن نوزدهم، سایر شاخه‌های اصلی متالورژی مانند هیدرومتالورژی، به لحاظ صنعتی اهمیت ویژه ای یافت، اگر چه پیرومتالورژی همچنان به حفظ موقعیت خود، هم در مقیاس تولید و هم در فرآیندهای مختلف ادامه داد.

فرایندهای استخراج فلزات (پیرومتالورژیکی) معمولاً به یک یا چند دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۱- کلسینه کردن (Calcining)

۲- شعله پزی (Roasting)

۳- ذوب کردن (Smelting)

۴- پالایش کردن (Refining)

بیشتر فرایندهای متالورژیکی نیاز به انرژی دارند تا دمای مورد نیاز برای انجام هر فرایند را فراهم کنند. این انرژی معمولاً از طریق احتراق یا گرمای الکتریکی تأمین می‌شود. هنگامی که مواد کافی برای فراهم کردن دمای مورد نیاز وجود داشته باشد و این فراهم کردن دما صرفاً توسط واکنش اکسوترمی (به عنوان مثال بدون استفاده از سوخت و حرارت الکتریکی) صورت گیرد^[۵]، به این فرایند اتوزن گفته می‌شود.

۱- کلسیناسیون (Calcination)

کلسیناسیون، تجزیه حرارتی یک ماده است. نمونه‌هایی از جمله تجزیه هیدرات‌ها، تجزیه آهن به اکسید آهن و بخار آب، تجزیه^۱ کربنات کلسیم به اکسید کلسیم و دی‌اکسید کربن و همچنین تجزیه کربنات آهن به اکسید آهن و دی‌اکسید کربن



فرایند کلسیناسیون در انواع کوره‌ها از جمله کوره‌های استوانه‌ای، کوره‌های دوار و کوره‌های با بستر مایع انجام می‌شود.

۲- شعله پزی (Roasting)

این فرایند شامل یک واکنش حرارتی گاز-جامد است که می‌تواند شامل اکسیداسیون، کاهش، کلریده شدن، سولفات‌ها و پیروهیدرولیز شدن باشد. معمول‌ترین نمونه از فرایند "Roasting" عبارت است از اکسیداسیون سولفید سنگ‌های فلزی. سولفید فلز در حضور هوا گرم می‌شود، تا جایی که باعث واکنش اکسیژن موجود در هوا و گوگرد شده و دی‌اکسید گوگرد (گازی) و اکسید فلزی (جامد) را تشکیل می‌دهد. محصول جامد حاصل از این فرایند "Calcine" نامیده می‌شود.

۳- ذوب کردن (Smelting)

این فرایند شامل یک واکنش حرارتی است که در آن حداقل یکی از مواد در فاز مایع (مذاب) قرار داشته باشد. اکسیدهای فلزی را در حضور کک و زغال چوب حرارت داده و ذوب می‌کنند. سپس عامل کاهنده، اکسیژن را به صورت کربن دی‌اکسید آزاد کرده و سنگ معدن تصفیه شده‌ای را بدست می‌دهد. سنگ‌های معدنی کربناتی را هم به همراه زغال چوب ذوب می‌کنند اما گاهی نیاز است که قبل از ذوب، کلسینه شوند. ذوب کردن معمولاً در دمایی بالاتر از نقطه ذوب فلز صورت می‌گیرد ولی فرایندها با توجه به سنگ معدن و برخی موارد دیگر، متفاوت هستند.

۴- پالایش (Refining)

شامل جدا کردن ناخالصی از مواد به کمک یک فرایند حرارتی است که طیف گسترده‌ای از فرایندها نظیر انواع کوره‌ها و... را پوشش می‌دهد. اصطلاح "پالایش"، همچنین می‌تواند به فرایند الکترولیتی خاصی اشاره کند. بر همین اساس برخی از فرایندهای پالایش پیرومتالورژیکی به عنوان فرایند «پالایش با آتش» شناخته می‌شوند.

این جزوه ادامه دارد.....