

اصول کلی استخراج فلزات

دید کلی

فلزات از کانه‌های مربوط استخراج می‌شوند. پس باید ابتدا کانه مربوط به هر فلز را شناسایی و سپس از معادن استخراج کنیم و پس از آن با انجام یک سری فعالیتهای شیمیایی و فیزیکی فلز مورد نظر را به حالت عنصری از سنگ معدن یا کانه آن بدست آوریم. در این مقاله این مراحل را به اجمال بررسی می‌کنیم.

وجود طبیعی فلزات

کانه جسمی است که در طبیعت یافت می‌شود و می‌توان از آن یک یا چند فلز را آنچنان که مقرون به صرفه باشد استخراج کرد. معدودی از فلزاتی که واکنش پذیری آنها کم است به شکل عنصری خود در طبیعت یافت می‌شوند و برای چند تا از آنها "کانه خالص طبیعی" مهمترین منبع فلز را تشکیل می‌دهد. بیشترین تناژ فلزات از اکسیدها - خواه کانه‌های اکسیدی، خواه اکسیدهای فلزی که از برشته کردن کانه‌های کربنات یا سولفید تولید می‌شوند، بدست می‌آیند.

کانه‌های سیلیکات در طبیعت فراوانند. ولی استخراج فلزات از سیلیکاتها مشکل است و هزینه‌های چنین فرآیندهایی مانع از انجام کار می‌شود. در نتیجه فقط فلزات کمتر متداول بطور صنعتی از کانه‌های سیلیکات بدست می‌آیند. کانیهای فسفات بطور کلی نادرند و در غلظتهای کم یافت می‌شوند. تعدادی از فلزات بصورت ناخالص در کانه‌های خالص طبیعی دیگر یافت می‌شوند، بطوری که هر دو فلز از یک عمل صنعتی بدست می‌آیند. برای مثال، فلز کادمیم به عنوان محصول فرعی در تولید روی بدست می‌آید.

کانه‌ها به هنگام استخراج عموماً مقادیر متغیری مواد نامطلوب (مثل سیلیس، خاک رس و گرانیت) که "هرزه سنگ" نامیده می‌شوند، به همراه دارند. غلظت فلز مورد نظر باید به اندازه کافی بالا باشد تا استخراج آن از نظر شیمیایی امکانپذیر و از نظر اقتصادی قابل رقابت باشد. بر روی کانه‌های دارای غلظت پایین از فلز در صورتی کار می‌شود که بتوان آنها را بوسیله فرآیندهایی به نسبت آسان و ارزان قابل استفاده نمود، یا این که محصول فلز نایاب و پرازش باشد. غلظت لازم از یک فلز به فلز دیگر تغییر زیادی دارد. برای آلومینیوم یا آهن این غلظت باید ۳۰٪ یا بیشتر و برای مس ممکن است ۱٪ یا کمتر باشد.

متالوژی، عملیات مقدماتی بر روی کانه‌ها

متالوژی، علم استخراج فلزات از کانه‌های آنها و آماده سازی آنها برای مصرف است. فرآیندهای متالوژی را می‌توان براحتهای سه نوع عملیات اصلی تقسیم کرد:

۱. **عملیات مقدماتی**: که در آن جز مورد نظر در کانی تغلیظ و ناخالصیهای معین جدا می‌شود و یا کانی برای عملیات بعدی به شکل مناسبی در می‌آید.
۲. **کاهش**: در این مرحله، ترکیب فلز به فلز آزاد کاهیده می‌شود.
۳. **پالایش**: در این مرحله، فلز تخلیص و در مواردی اجسامی به آن اضافه می‌شوند تا خواص مورد نظر محصول نهایی بدهند.

عملیات مقدماتی

بهره برداری از بسیاری از کانه‌ها مستلزم آن است که در نخستین مرحله، قسمت عمده **هرزه سنگ** از آنها زدوده شود. چنین روشهای تغلیظی که معمولاً بر روی کانه‌های خرد و ساییده شده انجام می‌گیرند ممکن است بر اساس خواص فیزیکی یا شیمیایی باشند.

جداسازی فیزیکی

این جداسازی بر اساس اختلاف بین خواص فیزیکی کانی و هرزه سنگ قرار دارد. مثلاً از طریق شستشو با آب، اغلب می‌توان ذرات ناخالصیهای خاکی را از ذرات سنگینتر کانی جدا کرد. این جداسازی را می‌توان به وسیله تکان دادن کانه خرد شده در جریانی از آب بر روی یک سطح شیب‌دار انجام داد. ذرات سنگینتر کانی، ته‌نشین شده جمع‌آوری می‌شوند.

شناورسازی

یک روش تغلیظ است که در مورد بسیاری از کانه‌ها بویژه کانه‌های **مس**، **سرب** و **روی** بکار می‌رود. کانه کاملاً نرم را با یک روغن مناسب و آب در شبکه‌های بزرگ مخلوط می‌کنند. ذرات کانی بوسیله روغن چرب می‌شوند، در حالی که ذرات **هرزه سنگ** بوسیله آب مرطوب می‌شوند. بهم زدن این مخلوط بوسیله هوا کفی ایجاد می‌کند که دارای روغن و ذرات کانی است. این کف بر روی آب شناور می‌شود که آن را جدا می‌کند.

مغلمه

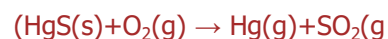
جیوه، **نقره** و **طلا** را در خود حل می‌کند و مغلمه می‌دهد. از این رو، کانه‌های نقره و طلای طبیعی را با جیوه مجاور می‌کنند و مغلمه حاصل را که مایع است، جمع‌آوری و پس از تقطیر جیوه، نقره یا طلای آزاد را بازیابی می‌کنند.

کاهش

تا بحال بالاترین مقدار فلزات و همچنین بیشترین تعداد آنها بوسیله عملیات **ذوب کاری** یعنی فرآیندهای کاهش در دمای بالا که فلز معمولاً به حالت مذاب بدست می‌آید، تولید شده‌اند. در بیشتر این فرآیندها یک گدازآور (مانند سنگ آهن CaCO_3) بکار برده می‌شود تا هرزه سنگی را که پس از تغلیظ کانه باقی می‌ماند، جدا کند. این گدازآور با سیلیس و ناخالصیهای سیلیکات تشکیل **سرباره** می‌دهد. واکنشهای ساده شده **سنگ آهک** و سیلیس به قرار زیرند:



سرباره که در دمای ذوب کاری بصورت مایع است، عموماً بر روی فلز مذاب شناور می‌شود و به سهولت از آن جدا می‌گردد. عامل کاهنده‌ای را که برای یک عمل ذوب کاری معین بکار می‌برند، از ارزانه‌ترین ماده‌ای انتخاب می‌کنند که بتواند محصول با درجه خلوص لازم بدهد. برای کانه‌های فلزاتی که واکنش پذیری شیمیایی آنها کم است، برای مثال کانه‌های سولفید جیوه، مس و سرب، هیچ عامل شیمیایی لازم نیست. جیوه از برشته کردن **سنگرف** (HgS) در هوا تولید می‌شود:



بخار جیوه را در جمع کننده متراکم می‌کنند و احتیاجی به تخلیص بیشتر نیست. روشهای دیگری نیز برای کاهش وجود دارد. مثلا کوره بلند آهن.

پالایش

اکثر فلزاتی که از عملیات کاهش بدست می‌آیند، به پالایش احتیاج دارند تا از ناخالصیهای مزاحم و نامطلوب پاک شوند. فرآیندهای پالایش از فلزی به فلز دیگر بطور وسیعی تغییر می‌کنند و برای یک فلز معین روشی که بکار می‌رود، ممکن است با مورد مصرف محصول نهایی فرق کند. همراه با حذف موادی که به فلز نامطلوب می‌دهند، مرحله پالایش ممکن است شامل افزایش اجسامی باشد که به محصول ویژگیهای خاص می‌بخشند. پاره‌ای از فرآیندهای پالایش برای بازیابی ناخالصیهای فلزی پرارزش مانند طلا، نقره و پلاتین طرح‌ریزی شده‌اند.

گداز جزئی

قلع، سرب و بیسموت ناخالص بوسیله گداز خالص می‌شوند. شمشهای فلز ناخالص را در بالای یک کوره سراسیب که دمای آن اندکی بالاتر از نقطه ذوب فلز است قرار می‌دهند. این فلز ذوب شده و به سمت پایین این کوره سراسیب به درون چاله‌ای جریان پیدا می‌کند و ناخالصیهای جامد پشت سر هم باقی می‌مانند.

تقطیر

بعضی از فلزات مانند روی و جیوه که نقطه جوش آنها پایین است بوسیله تقطیر خالص می‌شوند.

فرآیند پارکز

برای پالایش سرب بکار می‌روند که همچنین یک روش تغلیظ برای نقره است، بر انحلال گزینشی نقره در روی مذاب تکیه دارد. مقدار کمی روی، ۱ تا ۲ درصد به سرب مذاب که دارای نقره به عنوان ناخالص است، اضافه می‌کنند. نقره در روی خیلی بیشتر انحلال پذیر است تا در سرب. سرب و روی در یکدیگر انحلال ناپذیرند. از اینرو قسمت عمده نقره در فلز روی جمع می‌شود که بالای سرب مذاب قرار می‌گیرد. در اثر سرد کردن، نخست لایه رویی منجمد می‌شود که آن را جدا می‌کنند. نقره را بوسیله ذوب مجدد لایه روی و تقطیر روی بدست می‌آورند. روی بازیابی شده را از نو بکار می‌برند.

فرآیند وان آرکل

این فرآیند بر اساس تجزیه گرمایی یک ترکیب فلز قرار دارد. این روش که برای تخلیص تیتانیوم، هافنیم و زیرکونیوم بکار می‌رود، شامل تجزیه یدید فلز بر روی یک رشته فلزی داغ است. برای مثال، زیرکونیوم تترایدید گازی در اثر تماس با یک رشته فلزی داغ، تجزیه شده و فلز خالص زیرکونیوم بر روی این رشته می‌نشیند.



ید آزاد شده با مقدار دیگری از زیرکونیوم ترکیب می‌شود، این فرآیند بسیار گران است و برای تهیه مقادیر محدود فلزات بسیار خالص برای مصارف ویژه بکار می‌رود.

پالایش منطقه‌ای

فرآیند دیگری که بوسیله آن می‌توان فلزاتی با درجه خلوص خیلی بالا تولید کرد، پالایش منطقه‌ای است. یک گرمکن مدور را در اطراف میله‌ای از یک فلز ناخالص مثل ژرمانیوم قرار می‌دهند. این گرمکن که به آهستگی به سمت انتهای دیگر میله حرکت داده می‌شود، نواری از فلز را ذوب می‌کند. به تدریج تا این گرمکن حرکت می‌کند، فلز خالص از این مذاب مجدداً متبلور شده و ناخالصیها همراه منطقه مذاب به سمت انتهای دیگر میله به اصطلاح جارو می‌شوند، که بعداً آن را دور می‌اندازند. این گرمکن را ممکن است بیش از یک بار از روی همان میله عبور دهند. روشهای دیگری نیز برای پالایش وجود دارد.