



بازیافت ضایعات الکترونیکی



ضایعات الکترونیکی چیست؟

- ضایعات الکترونیکی یکی از سریع ترین ضایعاتی است که به سرعت در حال افزایش می باشد. در حال حاضر، ما هر سال چیزی حدود ۵۰ میلیون تن از آن را تولید می کنیم.
- ضایعات الکترونیکی شامل وسایل الکتریکی معیوب یا خراب هستند. این بدان معناست که همه چیز از تلفن های هوشمند گرفته تا یخچال های فریزر از بین رفته است. اساساً، هر چیزی که با برق کار می کند و شما تصمیم گرفته اید از شر آن خلاص شوید.
- در سطح جهانی، ما تنها ۱۰ درصد از زباله های الکترونیکی خود را بازیافت می کنیم، عددی که به همان اندازه تکان دهنده و افسرده کننده است.



انواع ضایعات الکترونیکی

زباله‌های الکترونیکی را به ۱۰ دسته زیر تقسیم می‌کند:

- **لوازم خانگی بزرگ:** یخچال، فریزر، ماشین لباسشویی، خشک کن لباس، ماشین ظرفشویی، اجاق گاز برقی، مایکروویو، پنکه برقی و تهویه مطبوع.
- **لوازم خانگی کوچک:** جاروبرقی، توستر، آسیاب، دستگاه قهوه ساز، لوازم آرایش مو و خشک کردن، مسواک زدن و اصلاح.
- **فناوری اطلاعات و تجهیزات مخابراتی:** رایانه های بزرگ، مینی رایانه ها، رایانه های شخصی، لپ تاپ ها، نوت بوک ها، چاپگرها، تلفن ها و موبایل و



- **تجهیزات مصرفی:** رادیو، تلویزیون، دوربین های ویدئویی، ضبط کننده های ویدئویی، تقویت کننده های صوتی و آلات موسیقی.
- **تجهیزات روشنایی:** لامپ های فلورسنت مستقیم و فشرده و لامپ های تخلیه با شدت بالا.
- **ابزارهای الکتریکی و الکترونیکی:** مته، اره، چرخ خیاطی، تجهیزات برای تراشکاری، فرز، سنگ زنی، سوراخ کردن، سوراخ کردن، تا کردن، خم کردن، یا پردازش های مشابه چوب و فلز.



- اسباب بازی‌ها، تجهیزات تفریحی و کالاهای ورزشی: قطارهای برقی یا مجموعه‌های اتومبیل‌های مسابقه‌ای (اسباب بازی)، بازی‌های ویدیویی، و تجهیزات ورزشی با عناصر الکتریکی.
- تجهیزات پزشکی: تجهیزات رادیوتراپی، قلب و عروق، دیالیز و
- ابزارهای نظارت و کنترل: آشکارسازهای دود، تنظیم کننده های گرمایش و ترموستات.
- توزیع کننده های اتوماتیک: برای نوشیدنی های گرم، بطری های گرم یا سرد، محصولات جامد، پول و تمام وسایلی که به طور خودکار محصولات مختلف را تحویل می دهند.



مراحل بازیافت ضایعات الکترونیکی

- جمع آوری ضایعات
- گروه بندی و تخریب
- بازیافت مواد و دفع مواد



چه اجزای مهمی از ضایعات الکترونیکی قابل بازیافت هستند؟

پلاستیک

- مواد پلاستیکی ممکن است بازیابی و برای بازیافت ارسال شوند. بازیافت کنندگان می توانند از مواد پلاستیکی برای تولید اقلامی مانند جعبه های پلاستیکی، سینی های پلاستیکی، عایق ها و نگهدارنده های تجهیزات و موارد دیگر را تهیه کنید.

فلز

- از فلزات می توان برای تولید محصولات فولادی و فلزات جدیدتر استفاده کرد.



شیشه

- می توانید شیشه را از (CRT) لوله های پرتو کاتدی) مانیتورهای کامپیوتر و تلویزیون استخراج کنید.
- اما اینجا یک مشکل کوچک وجود دارد. CRT ها حاوی ماده خطرناک سرب است.

۱. ابتدا CRT را از مانیتور یا تلویزیون جدا کنید. سپس CRT را به قطعات کوچک خرد کنید. فلزات را با آهنرباهای قوی جدا کنید.

۲. پس از آن شیشه ها را با فسفر و اکسید فسفر پاکسازی کنید و اینجاست که که سرب جدا می شود



- بردهای الکترونیکی
- با بازیافت بردهای الکترونیکی که در ضایعات موبایل و سایر لوازم الکترونیکی وجود دارد موادی با ارزشی مانند طلا استخراج می شود.
- روش های استخراج طلا به سه صورت است
- شیمیایی
- قالدکاری
- فرایند سیانوره کردن



تیزاب سلطانی چیست؟

- ماده ای است که در اثر اختلاط نیتریک اسید غلیظ ۶۵٪ و هیدرو کلریک اسید غلیظ ۳۵٪ به نسبت یک به سه ایجاد می شود.
- این ماده ی بسیار خورنده، در ابتدا بی رنگ است ولی پس از مدت کوتاهی به رنگ قرمز مایل به طلایی در می آید .
- زکریای رازی کیمیاگر مشهور ایرانی به عنوان کاشف تیزاب سلطانی شناخته میشود.
- این ترکیب یک محلول بسیار خورنده بوده و به در برخورد با پوست به شدت به آن آسیب وارد می کند.
- مهم ترین خاصیت آن این است که می تواند بسیاری از فلزات سنگین مانند طلا و پلاتین را در خود حل کند و به همین دلیل هم به آن تیزاب سلطانی می گویند.



نکات ایمنی کار با تیزاب سلطانی

- همانطور که پیش از این نیز اشاره شد، این ترکیب یک اسید بسیار قوی بوده و خوردندگی بسیار زیادی دارد حتی گازهای خارج شده از آن نیز اثر خوردندگی فراوانی دارد.
- به محض برخورد این محلول با پوست و یا چشم، به شدت به محل برخورد آسیب وارد کرده و موجب کوری یا سوختگی شدید می شود.
- در صورت بلع کشنده است و تنفس بخارات آن موجب آسیب به سیستم تنفسی می شود.
- به محض برخورد این ماده با هر بخش از پوست یا چشم، محل تماس را به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه با آب فراوان بشوید و سریعاً به پزشک مراجعه کنید.
- از دستکش نتریل دار، روپوش آزمایشگاهی، عینک و ماسک مخصوص آزمایشگاه استفاده کنید. کار با تیزاب سلطانی باید زیر هود انجام بگیرد و ظروف مورد استفاده آن کاملاً تمیز و سالم باشد.



روش استخراج طلا به روش شیمیایی

- ابتدا ضایعات الکترونیکی را در داخل اسید نیتریک حل می کنیم. فلزات پایه از قبیل مس ، برنج و فلزات دیگر داخل اسید نیتریک حل می شود. اما اگر طلایی داشته باشد، داخل اسید نیتریک حل نمی شود.
- سپس آن هایی که داخل اسید نیتریک حل نشد الباقی آن را برداشته و با تیزاب سلطانی روی حرارت غیر مستقیم حل می کنیم. بعد از حل شدن ، بر روی حرارت غیر مستقیم قرار داده تا به دمای ۷۰ درجه برسد.



- سولفات آهن را در آب گرم حل کرده و وقتی تیزاب سلطانی گرم است سولفات آهن را آرام آرام به آن اضافه می کنیم. در این صورت تیزاب سلطانی واکنش شدید نشان داده و گاز خرمایی رنگی به نام NO_2 متصاعد می شود.

- باید کار اضافه کردن سولفات آهن به تیزاب را چند بار تکرار کنیم تا دیگر محلول واکنش نشان ندهد. زمانی که محلول واکنش نشان نداد متوجه می شویم محلول تیزاب سلطانی که حاوی طلا سیر شده است و دیگر طلایی در آن باقی نمانده که پس بدهد.



- بعد از اتمام واکنش محلول را به مدت ۴۸ ساعت به صورت ثابت کنار گذاشته که یک لجن قهوه ای تیره ته نشین می شود .
- پس از آن سه چهار مرتبه این لجن شسته می شود تا اسید از لجن خارج بشود..



- در مرحله بعد لجن را خشک کرده و با قلم مو جمع می کنیم و داخل بوته می ریزیم .
- سپس به اندازه ایی که خود لجن هست بوراکس را آرام آرام به آن اضافه کرده و داخل بوته ذوب می کنیم.
- بعد از ذوب لجن طلای ما به صورت فلز زنده و زرد طلا تشکیل می شود.
- بوراکس یک ماده سفید رنگ پودری با فرمول شیمیایی $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ است که به نام های سدیم تترا بورات یا دی سدیم تترا بورات نیز شناخته می شود



روش استخراج طلا به روش قالدکاری

سوزاندن طلا در کوره‌های قال

- ابتدا همه ضایعات الکترونیکی را درون کوره‌ای بزرگ به نام قال می‌سوزانند و سپس خاکسترهای به دست آمده را درون کوره‌های کوچک می‌ریزند.
- قبل از اینکه خاکسترها را درون کوره‌های کوچک بریزند، مقداری اکسید سرب و نقره را داخل کوره‌ها ذوب می‌کنند.
- سپس خاکسترها را داخل مذاب اکسید سرب و نقره می‌ریزند.
- پس از گذشت چند دقیقه، ناخالصی‌های موجود در خاکسترها روی سطح مواد مذاب قرار می‌گیرد. طلا و نقره در کوره پایین‌تر از سرب و مواد ناخالص قرار می‌گیرد و ته نشین می‌شوند.



روش استخراج طلا به روش قالبکاری

جداسازی ناخالصی‌ها و سرب

- قالبکارهای طلا کوره‌ها را کج می‌کنند تا مواد ناخالص و سرب از طلا و نقره جداسازی شود. پس از جداسازی مواد ناخالص، طلا و نقره گداخته به صورت قرص در کف ظرف کوره باقی می‌ماند
- سپس با استفاده از چکش به قرص طلا و نقره ضربه می‌زنند تا سرب به طور کامل جداسازی شود.
- پس از چکش کاری باید طلا و نقره را از یکدیگر جداسازی کنیم.



روش استخراج طلا به روش قالکاری

استفاده از اسید نیتریک

- برای این کار قالکارها قرص طلا و نقره را درون ظرف استیل می گذارند و به آن اسید نیتریک اضافه می کنند و آن ها را می جوشانند. در این مرحله چند مرتبه اسید نیتریک را به ظرف اضافه می کنند تا به طور کامل نقره را در درون خود حل کند و ذرات طلا در ته ظرف باقی بماند.
- البته احتمال دارد که طلای باقی مانده خالص نباشد. بنابراین ذرات طلای به دست آمده را با آب جوش شست و شو می دهند، اگر که رنگ آب به رنگ شیری تغییر کرد یعنی اینکه مقداری نقره همراه با طلا است.
- بنابراین این کار را آنقدر تکرار می کنند تا رنگ آب دیگر تغییر نکند و طلای خالص به دست بیاید.



روش استخراج طلا به روش قالبکاری

جداسازی نقره از اسید نیتریک

- قالبکارها باید نقره را با اسید نیتریک جداسازی کنند.
- ابتدا محلول اسید نیتریک (محلول اسید نیتریک و مواد به دست آمده از مرحله قبل) همراه با چند قطعه فلز مسی درون ظرف‌های پلاستیکی قرار می‌دهند.
- پس از گذشت چند ساعت، ذرات نقره جذب قطعات مس می‌شود.
- برای اینکه مطمئن شویم که دیگر نقره‌ای در محلول وجود ندارد، مقدارای نمک به آن اضافه می‌کنند، اگر که نمک به سرعت در آب ته نشین شود، به معنای این است که دیگر نقره‌ای در محلول وجود ندارد.
- اما اگر نمک در آب پخش شود، به معنای این است که مقداری نقره در محلول وجود دارد.



فیلم استخراج طلا از ضایعات الکتریکی به روش قالکاری

• <https://www.aparat.com/v/fomF5>



فرایند سیانوره کردن

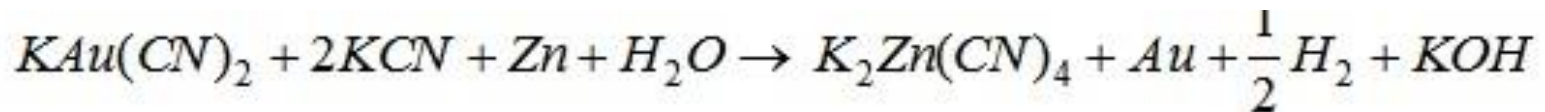
مرحله سیانوره کردن

- در بازیافت طلا به روش سیانوره کردن، پس از انجام مراحل آماده سازی بر روی منابع ثانویه، مواد اولیه با ترکیبات سیانیدی واکنش می دهند.
- در واقع جدایش طلا با انحلال ترجیحی آن در محلول های ضعیف سیانید سدیم یا پتاسیم صورت می گیرد.
- شایان ذکر است انحلال طلا در سیانید نیازمند حضور اکسیژن نیز است. لذا واکنش زیر را برای این فرایند می توان در نظر گرفت.



مرحله سمنتاسیون

- برای پرعیارسازی محلول از روش سمانتاسیون با روی استفاده می شود
- : در روش سمانتاسیون با روی، ابتدا محلول سیانیدی کاملاً زلال و عاری از مواد کلوئیدی با استفاده از انواع صافی ها تهیه می شود.
- در مرحله بعد، روی به صورت تراشه و یا پودر به محلول اضافه می گردد.
- عامل مهم در رسوب گیری طلا با این روش، ایجاد جوانه گاز هیدروژن تحت تاثیر سیانید قلیایی بر روی است. طلا و نقره در محلول های سیانید نسبت به روی الکترون گاتیوتر هستند و رسوب می کنند.



- معمولاً در بازیابی طلا توسط سمانتاسیون با پودر روی، مخلوطی از مس و نقره نیز در رسوب حضور دارد.

