

بازیافت زباله های آهنی

فلزات کهنه و قابل بازیافت به دو دسته ی بزرگ تقسیم می شوند:

۱- فلزات باترکیب آهن (آهنی)

۲- فلزات بدون ترکیب آهن

گروه اول : این گروه شامل فلزاتی می شوند که در ترکیب اصلی آن ها ، آهن به کار رفته باشد. مانند آهن و فولاد این گروه در جاهایی مانند : بدنه ماشین های کهنه ، ابزار های خانگی ، فلزاتی که در ساختار و اسکلت ساختمان به کار می روند ، ریل های راه آهن و ... به کار می روند .

در کشور ما ، این دسته از فلزات نیز مورد توجه قرار گرفته و در صنعت ایران نقش مهمی دارد . گروه دوم فلزاتی را شامل می شود که در ترکیب اصلی آن ها آهن وجود ندارد . برای مثال می توان آلومینیوم را نام برد که از آن فویل ها و قوطی های کنسرو می سازند . فلزات بدون آهن دیگری هم وجود دارند مانند : مس ، سرب ، روی ، نیکل ، تیتانیوم ، کروم ، کبالت و ... که نحوه ی بازیافت آن ها در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد .

تعداد این نوع فلزات از فلزات دارای آهن کمتر است . در هر سال در سراسر جهان ، میلیون ها تن از این فلزات کهنه در کوره ها ذوب می شوند و ناخالصی های آن ها جدا می شود و توسط افراد متخصص قالب گیری و ریخته گری می شود و به اشکال مختلفی در می آید

آلومینیوم (Aluminum)

آلومینیوم فراوان ترین فلز و سومین عنصر فلزی است که به مقدار زیاد ، در پوسته ی زمین یافت می شود . آلومینیوم در طبیعت به صورت «آلومینیوم سیلیکات» پایدار $Al(SiO_3)_3$ و آلومینیوم هیدرواکسید $Al(OH)_3$ وجود دارد . در دوران باستان یونانی ها زاج که یکی از فراوان ترین کانی های آلومینیوم است را می شناختند و از آن به عنوان داروی قابض در پزشکی و به عنوان ثابت کننده ی رنگ در رنگرزی استفاده می کردند . با این همه از شناخت آلومینیوم ، یکصد و هفتاد سال (۱۸۲۷) نمی گذرد .

آلومینیوم هیدرواکسید (Bauxite) یک نوع خاک اوره است که در آن عنصر های آلومینیوم بسیار غنی ای وجود دارد . (حدود ۵۰ درصد این فلز تشکیل شده است .) البته در این خاک ناخالصی هایی مانند : سیلیس (SiO_2) ، اکسید های آهن و اکسید تیتانیوم (TiO_2) وجود دارد .

آلومینیوم کشف شده «آلومین» نامیده می شود . آلومین یک ماده ی سخت ، شامل آلومینیوم و اکسیژن است . چون دمای ذوب آلومین زیاد است ، (در حدود ۲۰۵۰ درجه سلسیوس) الکترولیز آن در حالت مذاب بسیار دشوار است ؛ به این دلیل آن را در کریولیت (Na_3AlF_6) نمک مذاب حل می کنند و به این ترتیب مخلوطی به دست می آید که دمای ذوب (بین ۹۶۰ تا ۹۸۰) پایین تری دارد . سپس آن را از یک جریان الکتریکی قوی عبور می دهند تا اکسیژن آن کاملاً جدا شود . البته لازم به ذکر است که کریولیت در الکترولیز شرکت نمی کند و فقط دمای ذوب را پایین می آورد .

همچنین در این مرحله انرژی زیادی صرف می شود .

برای تولید ۱ Kg آلومینیوم ، ۶ Kg بوکسیت (Bauxite) ، ۴ Kg محصولات شیمیایی و ۱۴ KW برق نیاز است . در حالی که برای بازیافت آن ۵٪ انرژی لازم است و فقط ۵٪ دی اکسید کربن تولید می کند . جالب است اگر بدانید که مقدار انرژی که از بازیافت یک قوطی کنسرو ذخیره سازی می شود ، می تواند یک تلویزیون را به مدت سه ساعت روشن نگه دارد .

محصولات ابتدایی آلومینیوم در دنیا سالانه برآبر با ۲۴۰۰۰۰۰۰ تن می باشد . کشوری که در جهان بیشترین مقدار آلومینیوم را تولید می کند ، استرالیا است . البته کشورهایی مانند : جامائیکا ، برزیل ، گینه ، چین و قسمت هایی از اروپا در تولید این محصول نقش مهمی را ایفا می کنند .

شرکت های بازیافتی اغلب آلومینیوم را از شرکت های صنعتی ، مسقیم خریداری می کنند . بسیاری از کارخانه ها این فلزات را ذوب می کنند و ناخالصی های آن را جدا کرده و در قالب های مختلف ریخته گری می کنند .

حجم بیشتری از این قطعات ریخته گری شده توسط کارخانه های خودرو سازی و هواپیما سازی مصرف می شود و برای ساخت سرسیلند و مواردی از این قبیل کاربرد دارد .

در ایالات متحده ی آمریکا بازیافت آلومینیوم از قطعات خریداری شده در مقایسه سال ۲۰۰۱ با ۲۰۰۰ تا ۱۴٪ کاهش پیدا کرده است . ۲/۹۸ تن از فلزات بازیافتی را ، ۶۰٪ از قطعات کارخانه ای و ۴۰٪ از محصولات آلومینیومی کم ارزش تشکیل می دهد . این موضوع نشان دهنده این است که در سال های اخیر به بازیافت زباله های خانگی توجه بیشتری شده است .

بسیاری دیگر از شرکت ها ، بازیافت قوطی ها را انجام می دهند . بسیاری از این قوطی ها به صورت ورقه های آلومینیومی بازیافت می شوند و دوباره به صورت قوطی های نوشابه در می آیند . گزارشات نشان می دهد که آمریکا حدود ۵۵۶۰۰۰۰۰ تن ، قوطی آلومینیومی را بازیابی کرده است و این مقدار باعث صرفه جویی های بسیاری در هزینه ها شده است .

آلومینیوم دارای خواصی است که موجب شده ، بیش از اندازه مورد توجه قرار گیرد . این خواص عبارت اند از:

- کاهش وزن آلومینیوم

۲- چگالی کم

۳- رسانش گرمایی بالا و مقاومت حرارتی بالا

۴- سازش پذیری با مواد غذایی

برلیوم (Beryllium)

برلیوم در مواد بسیاری به کار می رود و خصوصیت های آن مانند :وزن کم و سختی زیاد باعث شده که مورد توجه قرار گیرد . در سال ۲۰۰۱ آمریکا یکی از سه کشور دارنده کانی های برلیوم بود . این فلز در صنایع نظامی و دفاعی ، هوافضا و مدارهای الکتریکی متراکم کاربرد بسیاری دارد . هزینه های زیاد این فلز منجر به این شد تا فقط برای کار های دقیق مورد استفاده قرار گیرد .

ترکیباتی مانند : گرافیت (سرب سیاه) ، برنز (آلیاژ قلع و مس) ، فسفر ، فولاد و تیتانیوم می توانند جانشینی برای برلیوم باشند ؛ اما فقدان اساسی در عملکرد آن ها وجود دارد .

در سال ۲۰۰۱ مصرف آشکار برلیم در ایالات متحده حدود ۲۳۰ تن بوده است . کاربرد فراوان این فلز بود که موجب شد بازیافت آن مورد توجه بسیاری از کشور ها قرار گیرد . البته استفاده پراکنده این فلز باعث شده است تا مقدار زیادی از آن به هدر رود . (بسیاری از فلزات از جمله برلیوم به دلیل اینکه در کشور ما به طور محدود به کار می روند ، همچنین مقدار آن کم است و منابع چشمگیری از این فلز در ایران وجود ندارد بازیافت نمی شوند و به همین دلیل اطلاعات محدودی از بازیافت این فلزات برای ما دانش آموزان وجود دارد .)

کادمیوم (Cadmium)

تخمین میزان کادمیوم بازیابی شده یا ثانویه برای دلایل متعددی کار دشواری است اما میزان کلی کادمیوم بازیابی شده در سال ۲۰۰۱ تخمین زده شده است در حدود ۱۰٪ تولید اولیه دنیا بوده است . بازیافت کادمیوم ، صنعت جوان و در حال رشدی است که از هدر رفتن کادمیوم موجود جلوگیری می کند ؛ چراکه حدود ۲۵٪ کادمیوم موجود در باتری های نیکل- کادمیوم به کار رفته است و این باتری ها به سهولت قابل بازیافت هستند . در نتیجه بیشتر کادمیوم های ثانویه در اثر مصرف این باتری ها و بازیافت آن به دست می آید . شکل دیگری از کادمیوم که به سهولت قابل بازیافت است ، خاک دودکش به وجود آمده در طول گالوانیزه کردن (روی اندود کردن) قطعات فولاد در کوره های چرخان الکتریکی است . سایر کاربرد های کادمیوم در موادی است که محتوای کادمیوم آن هابسیار کم است ؛ در نتیجه مقداری از کادمیوم موجود از بین می رود .

در سال ۲۰۰۱ میزان تولید کادمیوم ثانویه در ایالات متحده حدود ۲۰۰ تن بوده است . شرکت به ثبت رسیده احیاء فلزات بین المللی در شهر ال وُود ، پنسیلوا نیا ، تنها شرکت بازیافت کادمیوم در ایالات متحده بوده است . هر چند کارخانه در سال ۱۹۷۸ راه اندازی شد اما تا سال ۱۹۹۶ شروع به کار نکرد .

برای بازیافت کادمیوم ، باتری های بزرگ معمولی با وزن بیش از ۲ Kg که شامل ۱۵٪ کادمیوم می شود ، را خالی می کنند و کادمیوم آنها را که به شکل صفحاتی و به طور مستقل هستند را به کوره ها می برند و طی فرآیند "HTMR" بدرجه حرارت بالا ذوب می کنند . باتری های مهر شده ی کوچکتر را با حرارت کمتر و فرآیند "HTMR" ذوب کرده و در قالب هایی می ریزند و به این صورت بازیافت می شود . در نتیجه کادمیوم ثانویه دارای خلوص ۹۹/۹۶٪ می باشد که به کارخانه ی باتری سازی باز گردانده می شود .

کروم (Chromium)

عمده ترین استفاده کروم در فولاد ضد زنگ است . برای تولید کروم ؛ کانی فلزی کرومیت را درون کوره های ذوب فلزات قرار می دهند تا فروکروم ساخته شود . آلیاژ آهن- کروم را که از حذف اکسیژن کرومیت به دست می آورند ، آلیاژ آهن ضد زنگ است . قطعه ای از فولاد ضد زنگ می تواند به عنوان منبعی از کروم ، جایگزین فرو کروم شود . فولاد ضد زنگ مرکب از دو طبقه بندی بزرگ است : آستینیتیک و فریتیک . اسامی مذکور مربوط به ساختار مولکولی فولاد است و مشخص می کند که کدام - در چه مقدار - نیازمند نیکل است (آستینیتیک) و کدام به نیکل نیازی ندارد (فریتیک) . فولاد ضد زنگ مهمترین منبع بازیافت کروم

است و کارخانه بازیافت از این نوع فولاد به عنوان منبعی از کروم و نیکل استفاده می کند . بنا براین واحد های کروم زمانی که فولاد ضد زنگ دوباره استفاده می شود ، بازیابی می شوند . مطالعه ی فولاد ضد زنگ نشان می دهد که ۱۷٪ از محتوای آن را کروم تشکیل می دهد .

کبالت (Cobalt)

کبالت کهنه در طول ساخته شدن و یا در اثر کاربرد های زیر به دست می آید:

- ۱- وقتی که به عنوان کاتالیزگر در صنایع شیمیایی یا تولید نفت کاربرد دارد .
- ۲- وقتی که به عنوان کربیدهای سیمان پوشیده در برش استفاده می شود یا به عنوان ضد سایش به کار می رود .
- ۳- وقتی که به عنوان آلیاژ مغناطیسی و ضد سایش کاربرد دارد .
- ۴- وقتی که به عنوان ابزار های فولادی استفاده می کنند .

منابعی که کبالت از آن بازیافت می شود عبارت است از : آلیاژ ها ، کبالتخالص ، پودر فلزی کبالت و مواد شیمیایی . در سال ۲۰۰۱ در ایالات متحده ، در حدود ۲۷۴۰ تن کبالت مصرف شده و مقدار قابل توجهی از آن بازیافت شده

مس (Cooper)

مس از اولین فلزاتی است که مورد استفاده بشر قرار گرفته است و هنوز هم از پر مصرف ترین فلزات درون کشور ماست . تحقیقات نشان می دهد که ایران بر روی کمربند مس جهانی قرار دارد که از جنوب شرقی ایران آغاز شده و تا شمال غربی و نواحی آذربایجان ادامه می یابد . همین امر موجب شده است تا استخراج این فلز نسبت به بازیافت آن بیشتر مورد توجه قرار گیرد .

گروه مطالعه مس بین المللی در سال ۲۰۰۲ برآورد کرد که میزان تولید جهانی مس تصفیه شده ی ثانویه ۱۵٪ کاهش داشته است . طبق مطالعات و تحقیقات ۳/۰۷ میلیون تن مس مستقیماً از دوباره ذوب کردن قطعات مس بازیابی می شود .

گالیوم (Gallium)

به دلیل بازده کم در مراحل تولید گالیوم به وسایل الکترونیکی مطلوب ، قطعه جدید در طول تولید به وجود می آید . این قطعات با محتوی و ناخالصی متفاوت ، دارای مقداری گالیوم هستند . گالیوم-آرسنید به شکل قطعه ی پایه ، حجمی را از فلزات بازیافتی تشکیل می دهد . در طول تولید گالیوم ضایعاتی طبق مراحل مختلف خلق می شود . در هنگام تبدیل گالیوم به شمش ، اگر ساختار بلوری خود را از دست دهد یا از حد استاندارد های تعیین شده کمتر باشد ، آن ها را دوباره ذوب می کنند تا شمش مورد نظر ، به دست آید . پس از تولید این شمش ها آن ها را بریده و به صورت صفحاتی (ویفر) در می آورند . جنس این ویفر ها نیز گالوم-آرسنید است و چون این ماده بسیار شکننده است ؛ ممکن است که این ویفر ها در هنگام جابه جایی و حمل بشکنند . این قطعات شکسته نیز دوباره بازیافت می شود . محتوای گالیوم این ویفر ها ممکن است از ۱ تا ۹۹ درصد متغیر باشد ، زیرا در آن ناخالصی هایی مانند : سلیکن ، روغن ها ، موم ها ، پلاستیک و شیشه در آن وجود داشته باشد .

در هنگام تولید قطعات گالیوم- آرسنید ممکن است بر اثر تراشکاری یا پرداخت کردن ، مقداری از این مواد خرد شود یا به صورت پودر در آید . برای بازیافت این مقدار ماده تلف شده ، آن ها را در اسید حل می کنند . سپس با اضافه کردن محلول سوز آور آن را خنثی می کنند تا رسوب شیمیایی گالیوم را به عنوان هیدرواکسید گالیوم صاف کنند . بعد از این مرحله دوباره آن را به صورت محلول در می آورند و الکترولیز می کنند تا بتوانند ۹۹/۹۹٪ را بازیافت کنند .

در سال ۲۰۰۱ یک شرکت ژاپنی به نام فُرورُوکاواای اعلام کرد که تکنولوژی بازیابی گالیوم- آرسنید را به نیم رسانای گالیوم- آرسنید پیشرفت داده . یکی از کاربردهای نیم رسانای گالیوم- آرسنید در دیود های پرتو افشان است .

طلا (Gold)

قطعات محتوی طلا پس از استفاده به صورت شمش هایی در می آیند و عموماً حدود ۱۳ تا ۲۵ درصد از طلای ایالات متحده را تشکیل می دهد . در بسیاری از نواحی دنیا ، به ویژه در مناطقی که مردم را به رسومی مانند داشتن طلا تشویق می کنند ؛ مقدار قابل توجهی طلای ثانویه از جواهرات و زیورآلات به دست می آید .

در ایالات متحده ، در حدود ۳۵٪ از طلای ثانویه از عملکرد کارخانه ها به دست می آید و باقیمانده آن از قطعات کهنه ای مانند جواهرات ، مواد دندان پزشکی ، استفاده در محلول های کارخانه ای و تجهیزات الکترونیکی ، به صورت خرده فلز به دست می آید .

ایندیم (Indium)

بازیافت ایندیم از سال ۱۹۹۶ به مدت ۵ سال کاهش یافت . علت این کاهش را ، بالارفتن قیمت غیر معمول ایندیم بازیافتی بیان کرده اند . در سال ۲۰۰۱ بازیافت جهانی ایندیم تا ۲۰۲ تن نسبت به ۱۸۲ تن در سال ۲۰۰۰ افزایش داشت . حدود ۷۵٪ ایندیم در جهان توسط ژاپن بازیافت می شود که حدود ۴۵٪ آن از زباله های خانگی بازیابی شد .

آهن و استیل (Iron and Steel)

از جمله محصول تصفیه شده آهن که بیشترین و گسترده ترین استفاده را در میان فلزات دارد ، فولاد می باشد و بازیافت آهن و فولاد فعالیت مهمی در سراسر دنیا است .

محصولات آهن و فولاد در بسیاری از ساختار ها و کاربردهای صنعتی مانند : دستگاه ها ، پل ها ، ساختمان ها ، مخزن ها ، اتوبان ها ، خودروسازی ها و ابزارها به کار می رود است .

هم اکنون ذوب آهن های ایران به دو روش کاهش سنگ معدن آهن (که بیشتر آن هماتیت Fe_2O_3 است.) به وسیله ذغال کک در اصفهان و کاهش مستقیم توسط گاز طبیعی در اهواز و مبارکه در حال فعالیت است .

کاهش سنگ آهن در کوره بلند : تهیه آهن از سنگ معدن آن شامل واکنش های اکسایش- کاهش است که در کوره ای به خاطر ارتفاع زیادش کوره بلند نامیده می شود ، انجام می گیرد . بلندی این کوره بین ۲۴ تا ۳۰ متر و قطر پهن ترین بخش آن ۸ متر است . مجموعه واکنش های انجام یافته درون کوره بلند را می توان به طور خلاصه کاهیده شدن اکسید آهن به وسیله گاز منواکسید کربن در نظر گرفت که این فرایند به

تولید فلز ناخالص می انجامد . واکنش به صورت زیر انجام می گیرد
:
$$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{l}) + 3\text{CO}(\text{g})$$

در کوره های بلند آهن حاصل به صورت چدن مذاب به پایین کوره سرازیر می شود . سپس از طریق دریچه های کناری خارج می شود . چدن حاصل از کوره ی بلند ، به علت ناخالصی های زیادی (از جمله این ناخالصی ها می توان کربن در حدود ۵ درصد ، سیلیسیم در حدود ۱درصد ، منگنز در حدود ۲درصد ، فسفر در حدود ۰/۳ درصد و گوگرد در حدود ۰/۴ درصد را نام برد .) که در آن وجود دارد شکننده و نا مرغوب است و به همین دلیل بخش اعظم آن برای ساختن فولاد به کار می رود . در این کوره ها بیشتر ناخالصی ها را از طریق اکسایش حذف می کنند . یک روش امروزی برای تبدیل چدن به فولاد استفاده از کوره بازی اکسیژن است . در این روش گاز اکسیژن را از طریق یک لوله مقاوم در برابر گرما به سطح آهن گذاشته می دمند . بخش اعظم کربن تا مرحله تولید CO می سوزد و این گاز در دهانه خروجی کوره آتش می گیرد و به CO₂ مبدل می شود . مقدار کربن در فولاد های معمولی به ۱/۳۵ درصد می رسد .

با توجه به اهمیت بازیابی آهن از آهن قراضه ، بخش مهمی از فولادی که تهیه می شود ، از دمیدن اکسیژن در کوره ای که حاوی چدن و آهن قراضه است تهیه می کنند . بنابراین در این نوع کوره ها جهت تولید فولاد باید مقدار زیادی از آهن قراضه در کوره وجود داشته باشد .
برای آشکار نمودن اهمیت آهن کهنه در تولید فولاد آماری را از مقدار سنگ آهن ورودی و مقدار آهن قراضه را که در کوره ها استفاده می کنند ، مطرح می کنیم :

- سنگ آهن مورد نیاز سالانه در حدود ۵ میلیون تن (که بیشتر آن منگنیت Fe₃O₄) که بخش اعظم آن از معادن گل گهر سیرجان و چادر ملوی کرمان تأمین می شود که از طریق راه آهن به مجتمع منتقل می شود و پس از آسیاب کردن و مخلوط کردن با آب آهک ، گرما دادن و گندله سازی (تبدیل ذره های ریز به ذره های گلوله مانند ، درشت تر و تا حدودی متخلخل) به کوره های کاهش مستقیم منتقل می شود .

- سالانه در حدود ۷۰۰ هزار تن آهن قراضه ورودی کوره های فولاد سازی مجتمع است .
بازیافت آهن و استیل به روش ذوب کردن و دوباره قالب گیری کردن و در آوردن به فرم نیم تمام (که این فرم در تولید محصولات جدید استیلی به کار می رود) انجام می شود ؛ زیرا از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است . قطعات بازیافتی آهن از دو دسته بزرگ به وجود می آید .

- دسته اول شامل قطعات بازیافتی خانگی است که در زباله ها وجود دارد
- دسته دوم شامل قطعاتی می شود که حاصل عملیات کارخانه ای ، برای ساخت فولاد است . این گروه را توسط ماشین هایی به کارخانه ذوب آهن می برند و آن ها را دوباره بازیافت می کنند . البته بدون وجود کارخانه ای که فولاد بسازد ، قطعات بازیافتی به وجود نمی آید . این قطعات می توانند حاصل تراشکاری هم باشند و چون ترکیبات این مواد شناخته شده است ، بازیافت آن ها نیز آسان است .

یکی دیگر از منابعی که درصد زیادی از فلزات بازیافتی را تشکیل می دهد ، بدنه خودرو های فرسوده است که ساختار فولاد آنها ویران شده و از بین رفته است . در کشور ما نیز این منبع ، مورد توجه زیادی قرار گرفته است .

تنوع و گستردگی محصولاتی که از آهن به وجود می آید نسبت به سایر فلزات بیشتر است و به همین دلیل ، ساختار شیمیایی و عملکرد فیزیکی این محصولات نیز متفاوت است . این امر موجب می شود که بازیافت این مواد نیازمند آماده سازی بیشتر مانند : طبقه بندی ، گالوانیزه کردن و قله اندود کردن باشد . در سال ۲۰۰۱ در حدود ۴۵٪ از مقدار آهنی که برای ساختن خودروها به کار رفته ، از قطعات آهن بازیافتی بوده است . این مقدار در حدود ۱۳۹۰۰۰۰۰ تن بوده است که طبق آمارهای داده شده می توان با این میزان ، در حدود ۱۴۰۰۰۰۰۰ اتوموبیل را تولید کرد .

تولیدات فولاد کارخانه ای در اثر فعالیت های شیمیایی و فیزیکی است و اغلب محتوای این فولاد را عناصری مانند : کربن ، کرومیوم ، کبالت و منیزیم ، مولیبدن ، نیکل ، سلیکن ، تنگستن و وانادیم تشکیل می دهد . برخی از تولیدات فولاد را با موادی ، برای جلوگیری از زنگ زدن ، دوام بیشتر ، زیبایی و ... می پوشانند . این مواد عبارت اند از : آلومینیوم ، کرومیوم ، آلیاژ قلع و سرب ، روی و قلع . کارخانه های ذوب فولاد ، این قطعات را بر اساس مقدار اکسیژن ، در کوره های دارای قوس الکتریکی (BOF) و تا حد کمی در کوره های انفجاری (EAF) ، قرار می دهند .

بازیافت آهن واستیل مزایای زیادی را به همراه دارد که می توان حفظ منابع طبیعی ، صرفه جویی در مصرف انرژی و تمیزی محیط زیست را نام برد .

بازیافت ۱ تن فولاد ، حفظ ۱۰۳۰ Kg از کانی های فلزی آهن ، ۵۸۰ Kg ذغال سنگ و ۵ Kg سنگ آهک را به دنبال دارد . همچنین تخمین زده شده است که سالانه ، بازیافت فولاد باعث ذخیره انرژی الکتریکی ۱۸۰۰۰۰۰۰ خانه (در ایالات متحده) می شود .

سرب (Lead)

در حدود ۷۹٪ از سرب موجود در ایالات متحده ، از بازیافت ۱۳۹۰۰۰۰ تن سرب کهنه در سال ۲۰۰۱ به دست آمد که یکی از منابع اصلی آن ، باطری های اسید- سرب است . به این باطری ها ، باطری های حرارتی- نوری نیز گفته می شود که در موارد زیادی از جمله : تجهیزاتی که انرژی را به صورت مداوم ذخیره می کنند ، وسایل نقلیه عمومی ، ماشین های های صنعتی ، وسایل نقلیه معدن و دوچرخه ها به کار می رود .

بسیاری از سربهای بازیافت شده به صورت سرب نرم یا آلیاژ های سرب در می آیند تا دوباره در باطری های اسید- سرب استفاده شوند . در حدود ۸۷٪ از سرب بازیافتی در باطری های ذخیره ای به کار می رود .

منیزیم (Magnesium)

منیزیم از موادی از جمله : قطعات خودرو ، اجزای هلیکوپتر ، دستگاه های چمن زنی و... بازیافت می شود . منیزیم همچنین در ساختن آلیاژ هایی از آلومینیوم نیز (درصد کمی) کاربرد دارد و به همین دلیل در بعضی از نقاط دنیا این فلز همراه با آلومینیوم بازیابی می شود . در حدود نیمی از کاربرد منیزیم در ساخت قوطی ها آلومینیومی است . چون این دو فلز شباهت های زیادی با یکدیگر دارند ، در بیشتر مواد ، باهم به کار می روند . یکی از راه های آسان جدا کردن این دو فلز از هم ، خراشیدن به وسیله کارد است . در هنگام این کار ، منیزیم به شکل ورقه های صافی جدا می شود اما آلومینیوم به دلیل نرمی به صورت حلقه ای کنده می شود .

برای بازیافت منیزیم آن را در کوره هایی می اندازند که دمای آن در حدود ۶۷۵ درجه سانتیگراد است . به دلیل اینکه منیزیم از پایین شروع به ذوب شدن می کند ، باید مقدار قطعات زیادی در کوره ریخت . در انتها منیزیم مایع به صورت بی ثبات و همراه با گازهای بازدارنده - برای کنترل سوختن آن - همراه است . برای ساختن آلیاژ های مورد نیاز در کوره ، به منیزیم ، روی و آلومینیوم - به مقدار معین - اضافه می شود و در این هنگام عمل ذوب کامل می شود .

منیزیم را پس از ذوب به صورت شمش در می آورند یا به صورت پودر در آورده و برای ساختن آلیاژ های آهن و فولاد به آن اضافه می کنند . (البته در این روش از شمش های خالص استفاده می کنند ، زیرا استفاده از قطعات ناخالص باعث می شود که محصول نهایی دارای ناخالصی هایی باشد .) لازم به ذکر است که در روش خرد کردن امکان سوختن منیزیم نیز می باشد . منیزیمی که بازیافت می شود ، شکننده است و بسته به مقدار سختی آن در محصولاتی با ویژگی متفاوت به کار می رود .

منگنز (Manganese)

مهم ترین منابع بازیافت منگنز فولاد و آلومینیوم است . در حدود ۱۲٪ فولاد ، منگنز است . بازیافت فولاد و آهن در در مباحث قبلی توضیح داده شد . در هنگام ساختن فولاد مقدار زیادی منگنز از بین می رود زیرا در یکی از مراحل به نام کربورزدایی آن را حذف می کنند و دوباره در مراحل بعدی اضافه می شود . در کارخانه های بازیافت آلومینیوم طی فرآیند های ذوب کردن و اکسیژن زدایی از آلومینیوم ، مقدار زیادی از منگنز به هدر می رود و فقط مقدار کمی از آن برای بازیافت باقی می ماند . در آینده میزان کمی از منگنز می تواند از طریق بازیافت باطری های سلولی خشک صورت گیرد .

جیوه (Mercury)

جیوه ثانویه از منابع مختلفی به دست می آید . دیودها ، سوئیچ ها ، ترموستات ها ، تقویت کننده ها ، آلیاژ های جیوه در دندان پزشکی و باطری ها از جمله منابع مهم ، برای بازیافت جیوه است . از دیگر کاربردهای مهم جیوه ، کاتالیزور های به کار رفته در کلرین و جوش شیرین سوزآور است .

مولیبدنوم (Molybdenum)

مولیبدینوم به عنوان اجزای آلیاژ فولاد ، فولاد ضدزنگ و کاتالیزور در بازار یافت می شود . در مورد بازیافت فولاد و آهن توضیح داده شد .

گروهی از قطعات قدیمی فولاد دارنده مولیبدین ، کربن و فولاد ضد زنگ است و براساس مقدار وجود این عناصر به فولاد درجات متفاوتی داده اند . مقدار مولیبدینوم ثانویه دقیق محاسبه نشده اما در سال ۲۰۰۱ طبق آمار ۲۶۷۰۰ تن مولیبدینوم در آمریکا بازیافت شده است .

نیکل (Nickel)

قطعه فولاد ضدزنگ آستنیک ، بزرگ ترین منبع نیکل ثانویه در ایالات متحده ی آمریکا است که در حدود ۸۷٪ از ۱۰۱۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۱ را شامل می شود و ۲٪ دیگر هم از بازیافت آلیاژ نیکل است . نیکل در مواردی مانند : محلول های کارخانه ای ، کاتالیزور ها و باطری ها کاربرد دارد . از آلیاژ های نیکل می توان نمونه هایی مانند :

آلیاژ نیکل- مس رانام برد کهدر حدود ۸٪ از منابع بازیافتی آلیاژ ها را تشکیل می دهد .

- ۱- مونل ها : گروهی هستند که شامل ۶۵ درصد Ni و ۳۲ درصد Cu هستند .
- ۲- نیکل- نقره : یک نام غلط برای بعضی از آلیاژ های نیکل مانند : نیکل- مس ، نیکل- روی و نیکل- آلومینیوم است .

نیکل- مس آلیاژی قوی و پایدارتر از مس است که آن را مطلوب تر برای لوله کشی آب شور و گرمادادن می دانند .

۳-آلیاژ نیکل- برنج هم برای ساخت میخ ها ، پرچ ها ، پیچ گوشتی ها ، اجزای دوربین و تجهیزات چشم پزشکی کاربرد دارد .

تایوان بزرگ ترین ملت وارد کننده نیکل است که ۱۱۶۰۰ تن نیکل رادر سال ۲۰۰۱ خریداری کرد . جمهوری کره نیز در مقام دوم قرار می گیرد و همچنین کانادا و چین در مقام سوم . در سال های اخیر بازیافت باطری های قابل شارژ نیکل- کادمیوم مٌهر شده مورد توجه قرار گرفت . برای شروع کار در حدود ۷۵۰۰۰۰۰۰ باطری جمع آوری و بازیافت شد .

در مارس ۲۰۰۱ ، کمیسیون اروپایی قانونی وضع کرد ودر آن ساخت این باطری ها را منع کرد . به جای این باطری ها ، باطری های جدید لیتیومی ساخته می شود که هزینه بیشتری نسبت به باطری های نیکل- کادمیومی دارد .

گروه های فلز پلاتین (Platinum-Group Metals)

گروه های فلز پلاتین بیشتر در خودرو ها و کارخانه های شیمیایی به عنوان کاتالیزور مورد استفاده قرار می گیرند . همچنین در کارخانه های الکتریکی ، دندان پزشکی ها و جواهر سازی نیز کاربرد دارد . بازیافت این گروه نقش موثری در اقتصاد دارد و می توان گفت که بیشتر پلاتین موجود ، پس از استفاده بازیافت می شود .

سلنیوم (Selenium)

زمانی دیود های سلنیومی ، از منابع مهم بازیافت سلنیوم بودند . یکی از کاربرد های این فلز در صفحات جذب نور در دستگاه های کپی است که به عنوان منبع امروزی سلنیوم به شمار می رود .

نقره (Silver)

در سال ۲۰۰۱ در ایالات متحده آمریکا ۱۰۶۰ تن نقره به ارزش ۱۵۰۰۰۰۰۰ دلار بازیافت شد . نقره در صنایع و جواهرات کاربرد زیادی دار .

یکی از عواملی که باعث شده نقره در صنایع کاربرد زیادی پیدا کند ، رسانش گرمایی بالای آن است . از منابع مهم بازیافت نقره ، می توان جواهرات کهنه ، قطعات الکترونیکی و گرافیت نوری را نام برد .

تانتال (Tantalum)

تانتال فلزی است که راحت فرم می گیرد و در بعضی از اسکلت های ساختمان ها به کار می رود . این فلز دارای مقاومت بالا در برابر اسید ها ، یک هادی خوب برای گرما و الکتریسیته و دارای نقطه ذوب بالا است . مصرف عمده ی تانتال - در حدود ۶۰٪ - به صورت پودر فلزی و در صنایع الکترونیک (به عنوان مثال برای ساختن خازن تانتال) است . خازن تانتال در تلفن ها قابل حمل ، پیچر ها ، کامپیوتر های شخصی و

خودرو های الکترونیکی است . این فلز ، با فلزات دیگر ترکیب شده و به صورت آلیاژ در صنایع کاربرد دارد . از تانتال برای ساخت سوپر آلیاژ ها - که یکی از کاربرد آن در موتور جت است - استفاده می کنند . در صنعت ، فلزاتی مانند : آلومینیوم ، رنیوم ، تیتانیوم و تنگستن و زیرکونیوم می توانند جایگزینی برای تانتال باشند ، اما کیفیت آن ها در حد ای فلز نیست .

در سال ۲۰۰۱ مصرف چشمگیر تانتال در مجموع در حدود ۵۵۰ تن بوده است . این فلز اغلب از قطعات جدید بازیافت می شود که در کارخانه ها از ضایعات قطعات الکترونیکی و سوپر آلیاژ ها به دست می آید . در کل بازیافت تانتال از این منابع بسیار کم بوده و دلیل اصلی آن ، این است که منابع آن هنوز بهبود نیافته است .

قلع (Tin)

در سال ۲۰۰۱ در حدود ۲۱٪ از قلع موجود در ایالات متحده آمریکا از بازیافت به دست آمده بود . از کاربرد های قلع می توان کارخانه های قلع اندودی و ساخت قوطی ها ، برنج ، برنز و ساخت فلز لحیم کاری نام برد . مهم ترین منابع بازیافت قلع ، قطعاتی هستند که قلع اندود شده اند .

تیتانیوم (Titanium)

قطعات قدیمی تیتانیوم که برای بازیافت استفاده می شود ، اغلب از بدنه هواپیما ها ، قطعه های زیردریایی ها و مبادله کننده های گرما به دست می آید . تیتانیوم بازیافتی را در کوره ها ریخته و ذوب می کنند تا به وسیله گرما، قوس خلأ آن از بین برود . سپس آن ها را به صورت شمش در می آورند .

در کشور های زیادی از جمله : فرانسه ، آلمان ، ژاپن ، روسیه ، انگلستان و ایالات متحده ، این فلز بازیافت می شود . در ایالات متحده ، بازیافت تیتانیوم در سال ۲۰۰۱ ، ۱۳٪ رشد داشته است . علاوه بر تولید شمش ، این فلز را در ساختن آلیاژ های غیر آهنی و فولاد به کار می برند . مصرف عمده این فلز در شرکت های فولاد سازی اغلب برای ساخت "فولاد ضد زنگ" است . در ساخت فولاد ، برای اکسید کردن در اندازه های کوچک ، تیتانیوم کنترل می شود . همچنین کربن، نیتروژن و پایدار سازی که صورت می گیرد نیز کنترل می شود . تیتانیوم در هنگام ساخت فولاد اغلب به صورت فروتیتانیوم در می آید ، زیرا نقطه ذوب پایین و فشردگی بالایی را در مقایسه باتیتانیوم دارا است .

مصرف آینده از قطعه ی تیتانیوم بستگی به تقاضای تولیدات این فلز دارد که توسط صنایع هوا و فضا صورت می گیرد .

تنگستن (Tungsten)

در سال ۲۰۰۱ ، تخمین زده شد که در حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد از ذخایر تنگستن دنیا از فلزات بازیافتی بوده است . از تنگستن برای ساختن فیلامنت ها و الکتروود ها برای لامپ و سوپر آلیاژ ها استفاده می شود . مهم ترین منابعی را که تنگستن از آن بازیافت می شود را می توان آلیاژ ها و سوپر آلیاژ هایی نام برد که در آن ها تنگستن به کار رفته است .

کاربیدهای سیمانی هم از تنگستن و کبالت ساخته شده اند که برای بازیافت تنگستن نیز این منبع مورد استفاده قرار می گیرد . در این موارد کبالت به صورت جداگانه بازیافت می شود و تنگستن به پاراتنگستن تبدیل می شود و آن هم جداگانه بازیابی می شود .

ایالات متحده در حدود ۱۰۸۰ تن تنگستن ، به ارزش ۷/۵ میلیون دلار بازیابی کرده است . نزدیک به ۷۵٪ از منابع تنگستن در کشورهای چین (۳۷٪) ، آلمان (۱۴٪) ، ژاپن (۱۰٪) ، آفریقای جنوبی (۸٪) ، روسیه (۵٪) قرار دارد .

وانادیم (Vanadium)

بیشتر وانادیم موجود به صورت آلیاژ با فلزات دیگر وجود دارد . وانادیم در حدود ۱٪ بافلزات دیگر ترکیب می شود و آلیاژها را به وجود می آورد . به همین دلیل است که نمی توان همه ی آلیاژها را منبعی مناسب برای بازیافت فلز وانادیوم شمرد . همچنین وانادیم به عنوان یک ماده سرعت دهنده به کار می رود . بر اساس آمارهای گرفته شده در حدود ۱٪ از کل مقدار وانادیم به عنوان کاتالیزور به کار می رود ؛ هر چند این استفاده تنها منبع بازیافت وانادیوم به شمار می رود .

روی (Zinc)

در سال ۲۰۰۱ در حدود ۳۰٪ از کل مقدار روی جهان از طریق بازیافت آن به دست آمده بود . از منابع مهم بازیافت روی می توان برنج ، خاک اوره ، ورقه های روی و ضایعات ورقه های گالوانیزه را نام برد . در حدود ۸۵٪ از روی بازیافتی از قطعات جدید و از منابع مذکور می باشد . و ۱۵٪ دیگر قطعات کهنه و قدیمی را شامل می شود .

برای بازیافت روی کوره مذاب و کوره های معمولی ، در اندازه های مختلفی وجود دارد . کوره های ذوب اغلب موادشیمیایی و اکسید روی را از روی خالص جدا می کنند تا بتوانند روی خالص را به کارخانه ها دهند .

به دلیل تفاوت های گسترده در عملکرد و محتوای قطعاتی که در آن ها روی وجود دارد ، فرآیند بازیافت قطعه ی روی بسیار گسترده می باشد .

اغلب برنج ، ضایعات رول های روی و گچ های مرده باید دوباره ذوب شوند . در مورد قطعه ی فلزی غیر آهنی مخلوط ، از روش های جداسازی با دست و جداسازی آهنربایی استفاده می کنند .

بیشتر روی بازیافتی از خاک EAF به دست می آید . که با ذوب کردن آن روی را جدا می کنند .

زیرکونیوم (Zirconium)

یکی از منابع برای بازیافت زیرکونیوم ، تبدیل کننده های گرمایی هستند . ۲٪ از شمش های زیرکونیوم از قطعات بازیافتی به دست می آید . این قطعات باید ذوب شوند و ناخالصی های آن گرفته شود و بعد به صورت شمش در آیند .