بررسی نحوه مدیریت صحیح زیست محیطی باتریهای سربی‌اسیدی فرسوده به کمک فناوریهای نوین

محمد علیزاده،
معاون دفتر بررسی آلودگی آب و خاک،
سازمان حفاظت محیط زیست
رکسانا ملکی عراقی نژاد،
کارشناس بررسی آلودگیهای موادزائد سمی،
سازمان حفاظت محیط زیست

چکیده

باتریهای سربی‌اسیدی مجموعه‌هایی کوچک برای ذخیره انرژی از طریق استفاده کنترل شده از واکنشهای شیمیایی هستند. اینگونه باتریها به دلیل غیرقابل بازگشت بودن واکنشهای شیمیایی دارای دوره عمر مشخصی هستند و پس از رسیدن به انتهای دوره عمری خود، علیرغم محتوای فلزی بالا بخصوص سرب، غیرقابل استفاده، فرسوده و ازجمله پسماندهای ویژه محسوب می گردند. بازیافت آنها و وارد نمودن فلزات نظیرسرب، قلع، آنتیموان، ارسنیک و مواد آلی نظیر پلی پروپیلن حاصل از بازیافت آنها به چرخه صنعت امری اقتصادی می باشد. ولی به دلیل وجودخطرات مواد مختلف موجود در ساختار آنها بخصوص فلزات سنگین رعایت اصول بهداشتی و زیست محیطی، تکنولوژیهای نوینی در جمع آوری و مراحل پیش بازیافت و بازیافت آنها ابداع گردیده است. اجرای بازیافت زیست محیطی و بهداشتی در کشورنیازمند در نظرگیری راهبردها و خط مشی‌هایی می باشد که براساس اولویتهای کشور تعیین و تعریف گردد و درجهت تدوین چارچوبی قانونی جهت جمع‌آوری، حمل و نقل و بازیافت باشد. ایجاد سیستم جمع‌آوری تحت چهارچوبی قانونی یکی از اولین مراحل مدیریت صحیح زیست محیطی باتریهای فرسوده است. در این راستا در این مقاله ۱۵ توصیه جهت بهبود مدیریت صحیح زیست محیطی باتریهای سربی‌اسیدی فرسوده در کشور ارائه می‌گردد.

کلمات کلیدی: باتریهای سربی‌اسیدی فرسوده، مدیریت صحیح زیست محیطی، بازیافت، سرب، کنوانسیون بازل، شکستن باتریها، احیاء سرب و تصفیه سرب

۱- مقدمه: سرب یکی از فلزات گروه چهارم و ردیف ششم جدول تناوبی باظرفیت ۲و۴ است که آلیاژ آن با فلزات مختلف نظیر آنتیموان، قلع، آرسنیک و برلیم کاربردهای وسیع در صنعت دارد. یکی از مصارف این فلز کاربرد آن در ساخت باتریهای سربی اسیدی می‌باشد.

این باتریها از طریق انجام همزمان چندین واکنش شیمیایی،انرژی الکتریکی لازم را برای سیستمهای خارجی فراهم می آورند. هنگامیکه یک باتری به تدریج تخلیه می شود غلظت اسیدسولفوریک و به تبع آن سرعت واکنشها کاهش می یابد. باتریها می توانند به دفعات شارژ شوند و مجدد مورد بهره برداری قرارگیرند. ولی شارژ و تخلیه مکرر آنها موجب می شود صفحات آنها که از جنس اکسید سرب هستند به تدریج به سولفات سرب آلوده می‌شوند که موجب کاهش و بالاخره توقف واکنش‌ها می‌گردد. بعلاوه لایه‌ای نیز شامل سولفات سرب، اکسید سرب و سرب فلزی در کف باتری انباشته می گردد. در این هنگام که باتری دیگر قابلیت شارژ شدن را از دست داده و به بالاترین حد آلودگی رسیده‌است به عنوان باتری فرسوده محسوب می گردد. ولی باتریها دارای محتوای فلزی بالا بخصوص مقدار زیادی سرب هستند که لازم است همراه با سایر فلزات موجود در آنها نظیر قلع، آنتیموان، ارسنیک و مواد آلی نظیر پلی پروپیلن مورد بازیافت قرارگرفته و مجدداً وارد چرخه صنعت شوند. این فرایند به دلیل وجود فلزات سنگین، اسید سولفوریک و انواع پلاستیکها درصورت عدم اعمال

کنترل مناسب می توانند برای محیط زیست و سلامت بشر خطرناک باشند.در بسیاری از موارد دیده شده‌است که بازیافت این باتریها در کشور به روش سنتی صورت می‌گیـرد و کارگران و دسـت‌اندرکاران ایـن امر فاقد هرگونه آگاهی از خطرات بهداشـتی و زیست محیطی و تجهیزات و ملزومات ایمنی مربوطه می‌باشند. امروزه انواع تکنولوژیهای نوین و روش های مناسب بهداشتی و زیست محیطی در انجام فرایند بازیافت باتریهای سربی اسـیدی فرسوده بخصوص اسـتحصال سرب از آنها که عمده‌ترین ماده حاصل از بازیافت این باتریها می‌باشـد ابداع گردیده‌است.

۲- مواد و روش ها:

اهمیت سـرب در صنعـت از یک سـو و خطرات بالقوه بهداشـتی و زیسـت محیطی آن از سوی دیگر موجب توجـه به چگونگـی مدیریت صحیح زیسـت محیطی بازیافت باتریهای سـربی اسـیدی شده است. مطلب حاضر برگرفته از مطالعه مقالات علمی مختلف ،گـزارش های علمـی و تحقیقاتـی، بازدیدهای انجام شـده از کارگاه‌هـای بازیافـت سـنتی و کارخانجات مجهـز به تجهیزات و ملزومات ایمن و اصولی بازیافت، صورتجلسات جلسات مختلف برگزار شده و نظر سنجی های به‌عمل آمده در این راسـتا در سـازمان حفاظت محیط زیسـت می‌باشـد. روش مورد استفاده تجزیه و تحلیل کارشناسی از مستندات داخلی و منابع خارجی با در نظرگیری قوانین و مقررات موجود کشـور شامل قانون مدیریت پسـماند و کنوانسیون بازل در خصوص حمل ونقل برون‌مرزی پسماندهای خطرناک و امحای آنها می‌باشد.

مطالعات انجام شـده نشـان می‌دهد امروزه حدود ۶۰ ٪ از کل تولید سـرب تصفیه شده از معادن سرب تأمیـن می گـردد و ۴۰ ٪ باقـی از بازیافت قراضه‌هاو سرباره‌های باتریهای فرسوده حاصل می گردد.این امر در سراسـر نقاط دنیا یکی از منابع مهم دسـتیابی به سـرب خالص می‌باشـد. درحال حاضر بازیافت به دو شیوه سنتی و اصولی در کشور صورت می‌گیرد. لازم به ذکر است روش های اصولی نیز با بکارگیری فناوریهای نوین و اصول زیست محیطی می‌توانند ارتقا یابند.

بازیافـت کننـدگان سـنتی معمـولاً درکنـار اوراقچی‌های حرفه‌ای خودروها مستقر هستندو همراه با آنها به بازیافت باتریهای سـرب اسیدی می‌پردازند و ماننـد کل فعالیت اوراقچی‌ها حجـم دریافتی بازیافت کنندگان سنتی قابل پیش‌بینی نمی‌باشد. عملکرد در این نوع بازیافت فاقد ماهیت صنعتی اسـت و در بخش شکسـتن باتریها و ذوب شبکه های سربی عملاً متکی به نیروی کارگری ، بـدون هیچگونه آموزش، تجربه و حتی سـرمایه است. باتریها توسـط نیروی کارگری و بـا پتک و چکش خـرد و اجزاء آن تفکیک می‌شـود. محتویات درونی شـبکه‌ها و مواد فعال خارج و سپس باقیمانـده مـواد از روی شـبکه هـا زدوده و همراه با رسـوب ته باتری که عمدتاً مرکب از سـولفات سرب، اکسید سرب و سرب فلزی است، وارد زباله‌های عادی می‌شوند. هرچه مقدار سـرمایه این بازیافت کنندگان کمتر باشد لوازم و تجهیزات کمتری مورد استفاده قرار می‌گیرد و ابعاد محل بازیافت نیز تحت‌الشـعاع میزان همین سرمایه است. کیفیت سرب استحصالی ترکیبی از سرب خالص، اکسید سرب، آنتیموان و ناخالصی‌های سـولفاتی، کلسـیمی، آهنی، مسـی و غیره است که مجموعاً سرب با خلوص ۹۵-۹۲ ٪ را حاصل می‌کنند. در کارگاههـای سـنتی بازیافت امکانات آموزشـی و ایمنی حداقل اسـت و کارکنان آنهـا از خطرات بالقوه سرب آگاهی کافی ندارند.

در بعضـی از کارخانجـات بازیافت بـه روش های اصولی تر و با رعایت بیشتر اصول زیست محیطی صورت می‌گیرد و سـربی با درجه خلـوص ۹۹/۹۹٪ حاصل می‌گردد. سیسـتم های یکپارچه تهویه و تصفیه غبار ناشی از عملیات شکستن و سـایر فرایندهای مربوطه موجب ممانعت از آلودگی محیط زیسـت و استفاده از محتوای بالای غبار سرب می‌گردد. بهره‌گیری از مبدل کالدو توانایی اسـتفاده از هرگونه ماده حاوی سرب را امـکان پذیر می‌کند و قادر اسـت حتـی باتری‌ها را با تمام محتویات اعم از شبکه‌ها، موادفعال، پوسته و بدنه و جداکننده‌ها بازیافـت کند. همچنین باتریهای نو در ازای دریافت باتری فرسـوده بـه بهای مصوب فروخته

می‌شوند و در غیراینصورت مصرف کننده را موظف به پرداخت مبلغی بیشتر می‌نمایند. این سیاست امکان بازگشت باتریهای فرسوده به کارخانجات تولید باتری را فراهم آورده می‌گردد.

۱-۲ - کنوانسیون بازل درارتباط با باتریهای سربی‌اسیدی فرسوده:

حمل ونقل برون‌مرزی باتریهای سربی‌اسیدی فرسوده و واردات و صادرات آنها به هرکشور عضو کنوانسیون بازل به عنوان یکی از پسماندهای خطرناک مشمول این کنوانسیون مبتنی بر مفاد آن انجام می‌گیرد و منوط به وجود مدیریت صحیح زیست محیطی اینگونه پسماند در آن کشور و تأییداین مدیریت توسط مرجع ذیصلاح آن کشور و به تبع آن ارائه مجوز توسط آن مرجع می‌باشد. لذا واردات خودسرانه این باتریها بدون کسب مجوز از مراجع ذیصلاح کشور امری غیرقانونی می‌باشد. کنوانسیون بازل همچنین طی تدوین دستورالعملهای فنی در خصوص مدیریت صحیح زیست محیطی پسماندها دیدگاهها و راهنمایی‌های مفیدی را در خصوص ایجاد و یا ارتقاء مدیریت پسماندهای خطرناک در کشورهای عضو ارائه می دهد.

۲-۲- دستورالعملهای فنی کنوانسیون بازل:

براساس دستورالعملهای فنی کنوانسیون بازل فرایند بازیافت متشکل از سه مرحله شکستن باتریها، احیاء سرب و تصفیه سرب می باشد:

۱-۲-۲ - شکستن: در فرایند مدرن شکستن باتریهای فرسوده، تماس انسان معمولاً تا حد ممکن کاهش یافته است و این باتریها بوسیله صفحات خودکار دریافت و به سمت دستگاه خردکننده هدایت و تحت آسیاب چکشی یا سایرمکانیسمهای خردکننده به قطعات کوچک تبدیل می شوند.

این قطعات براساس خصوصیات چگالی و مکانیسمهای هیدرولیک در سه لایه تفکیک می‌شوند. اول، قطعات سبک نظیر پلاستیکها، دوم، اکسید سرب و سولفاتها و سوم، لایه سنگین صفحات سربی، اتصال دهنده‌ها و غیره می‌باشند. پس از مراحل تفکیک لایه آلی مورد تفکیک بیشتری قرار می‌گیرد و پسماندهای پلی پروپیلن (مواد آلی سبک) و جداکننده‌ها و ابونیت (مواد آلی سنگین) از هم جدا می شوند. سپس مواد آلی سبک به منظور زدودن باقیمانده اکسیدهای سرب شستشو می‌یابند و به قطعات کوچک برای مصارف آینده آسیاب می شوند ولی ابونیت و جداگرها به همان شکل انبار می‌شوند. اگر شکستن مکانیکی باتریها به هردلیلی امکان پذیر نباشد، روش ایمن آماده‌سازی آن برای ذوب عبارت است از: سوراخ کردن و تخلیه الکترولیت و تصفیه آن، جدا کردن صفحات و جداگرهای باتری با اره دوار با استفاده از تجهیزات حفاظتی، فرستادن صفحات و شبکه ها همراه با قسمت بالای باتری به ذوب کننده و بازگشت دادن باتری به کارخانه سازنده جهت مصرف مجدد آنها.

۲-۲-۲ - احیاء سرب: قراضه‌های حاصل از فرایند شکستن مخلوطی از سرب فلزی، اکسیدسرب(PbO)، سولفات‌سرب (PbSO4) وسایر مواد نظیر کلسیم(Ca)، آنتیموان(Sb)، آرسنیک(As)، قلع(Sn) وگاه نقره(Ag) است. جداسازی سرب فلزی از این مخلوط به دو روش امکان پذیراست: فرایند پیرومتالورژیک یا ترکیب-احیا و فرایندهای هیدرولوژیک یا روش های الکتریکی. ترکیب دو روش و استفاده از یک روش مرکب نیز ممکن است.

الف)روش های پیرومتالورژیک- روش های پیرومتالورژیک با هدف تبدیل کلیه ترکیبات فلزی به اشکال فلزی آنها می‌توانند پیش از ذوب، خمیرسولفات سرب را بوسیله واکنش با مخلوطی از کربنات سدیم (Na2CO3) و هیدروکسیدسدیم (NaOH) دسولفوره کنند. گاه عامل دسولفوراسیون می‌تواند اکسیدآهن (Fe2O3)و سنگ‌آهک (CaCO3) باشد. این فرایند مقدار تشکیل سرباره و نیز بسته به روش ذوب، مقدار آزاد سازی اکسیدسولفور(SO2) به هوا را کاهش دهد. الکترولیت اسیدی نیز باید پیش از فرستادن محتوای سربی آن به کوره ذوب تصفیه شود. این امر با خنثی سازی محلول الکترولیت با

هیدروکسید سدیم انجام می‌شود که سرب آن را به صورت هیدروکسید سرب تبدیل می‌کند. محلول باقیمانده سولفات سدیم رقیق در آب ($Na\ SO_4$) می تواند بیشتر تخلیص گردد. سپس بخش فلزی و ترکیبات سربی حاصل از فرایندهای دسولفوراسیون و خنثی سازی به کوره وارد و همراه عوامل سیال کننده و احیا کننده ذوب می شوند.

حرارت مورد نیاز بسته به روش ویژه بوسیله چند منبع تأمین می گردد که می‌توانند نفت، گاز، کک الکتریسیته و غیره باشند. چندین راه نیز برای فرایند ذوب وجود دارد: کوره دوار، کوره انعکاسی، کوره های الکتریکی و انفجاری . انتخاب بهترین روش نیز به اقتصاد محلی و مقدار مورد نظرجهت بازیافت بستگی دارد.

پس از آنکه فرایند بطور مناسبی توازن یافت انباشت سرب فلزی ذوب شده در کف آن مجرا آغاز میگردد. اما همانگونه که قبلاً ذکر شد این سرب گاه به مقدار زیادی از فلزات دارای ارزش اقتصادی آلوده می‌باشد. بنابراین شمش سرب باید پیش از دستیابی به سرب خالص تصفیه شود.

ب)روش هیدرومتالورژیک - هدف روش هیدرومتالورژیک یا روش های الکترولیتیک احیاء ترکیبات سربی به سرب فلزی بصورتی الکتریکی و انتخابی است. مانند آنچه در تکنولوژی PLACID اتفاق می‌افتد. این روش اگرچه در صورت انجام در کارگاهی جداگانه می تواند هزینه بر باشد ولی می تواند دربردارنده نتایج خوبی باشد اگر به یک کارگاه ذوب که در درجه حرارت پایین مواد خام مناسب را جدا می‌کند متصل گردد و این راه حل تکنولوژیکی برای فرایند تصفیه سرب می‌باشد. فرایندالکترولیتیک، تبدیل همه ترکیبات سربی به یک نوع ماده شیمیایی است یعنی در حالت اکسیداسیون به صورت سرب دوظرفیتی است که پیش از آن برای تولید سرب فلزی به صورت الکترولیتیکی احیا می گردد. الکترولیز سرب را به شکل درختی یا اسفنجی جدا می‌کند که درنهایت برروی نوار نقاله جمع ، پرس و به صفحات سربی خالص (۹۹/۹۹٪) تبدیل می‌گرددکه می‌توانند به دیگچه ذوب برای تبدیل به شمش انتقال یابند. کل فرایند استخراج می‌تواند طی ۲۴ ساعت انجام گردد.

۳-۲-۲ تصفیه سرب

همانگونه که پیشتر نشان داده شد، درصورتیکه عملیات یک کارگاه ذوب تنها محدود به ترکیب/ احیاء باشد، آنچه تولید می‌کند به عنوان سرب سخت یا آنتیموانی شناخته می‌شود. اگر هدف یک کارگاه تولید سرب خالص باشد، شمش سرب خام باید یک مرحله تصفیه را نیز با هدف فرایند تصفیه و زدودن تقریباً همه مس، آنتیموان، ارسنیک و قلع متحمل گردد.

تصفیه پیرومتالورژیک- تصفیه حرارتی در فاز مایع انجام می شود که در آن سرب خام باید در دمای بیش از ۳۲۷ درجه سانتیگراد (نقطه ذوب سرب) ولی کمتر از ۶۵۰ درجه سانتیگراد(نقطه جوش سرب) ذوب شود. بطورکلی مطابق ظرفیت کارگاه تصفیه فرایند هربار بروی ۲۰۰-۲۰ تن صورت می گیرد.

درمفهوم شیمیایی طی فرایند تصفیه معرفهای ویژه‌ای در درجه حرارتهایی مناسب به سرب مذاب اضافه می‌شوند. این معرفها که بطور انتخابی اضافه می‌شوند فلزات ناخواسته را طی رویه‌هایی خاص می‌زدایند.

مس اولین عنصری است که با گوگرد در روشی دو مرحله‌ای جدا می‌شود. در مرحله اول پس از وارد کردن گوگرد در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد به سرب تقریباً همه مس به صورت کف سولفید مس جدا می‌شود. در مرحله دوم همه باقیمانده مس با اضافه کردن مقدار کمی از گوگرد به سرب مذاب در درجه حرارت ۳۳۰ درجه سانتیگراد پیش از اینکه فرایند دیگری اتفاق بیافتد جدا می گردد. ازآنجا که کاربرد گوگرد نیازمند استفاده اکید از ملزومات بهداشتی و ایمنی جهت ممانعت از آتش‌سوزی کفهای سوزاننده است، گزینه ایمن‌تر استفاده از سولفورهای طبیعی آهن است که خطر کفهای سوزاننده و آتش‌سوزی را از بین می‌برد.

قلع معمولاً درفرایند ذوب زدوده می‌شود. قلع آنقدر سست است که معمولاً تنها افزودن نیترات سدیم برای زدودن آن کافی است. آرسنیک و آنتیموان بطور انتخابی و توسط هوای سیر شده از اکسیژن یا

مخلوطی از نیترات سدیم و هیدروکسید سدیم زدوده می‌گردد. دمای سرب مذاب تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد افزایش داده می‌شود و جریانی از هوای سیر شده از اکسیژن به داخل آن دمیده می‌شود. واکنش به شدت گرمازا است وحرارت به راحتی به ۶۵۰ درجه سانتیگراد می‌رسد و کفهای حاصل مخلوطی از اکسیدها خواهند بود(65%Sb ,10%As ,25%Pb). سپس نوبت به نقره می‌رسد و زدودن آن بوسیله فرایند Parkes انجام می‌شود که از انحلال ترجیحی نقره در روی مذاب به جای سرب مذاب استفاده می کند. بنابراین روی مذاب به سرب مذاب در دمای ۴۷۰ درجه سانتیگراد اضافه می شود و مخلوط تا دمای ۳۲۵ درجه سانتیگراد سرد می‌گردد. یک آلیاژ نقره-سرب-روی جدا می‌شود و قشری را روی سطح تشکیل می‌دهد. این قشر زدوده می‌گردد و روی بوسیله تقطیر خلأ جدا می‌شود. نقره خام با استفاده از اکسیژن برای تولید نقره تصفیه می‌گردد. روی اضافی بوسیله تقطیر خلأ و سپس هیدروکسیدسدیم از سرب نقره‌زدایی شده زدوده می‌گردد. بالآخره بیسموت از طریق تصفیه سرب حاصله همراه بامخلوطی از کلسیم و منیزیم زدوده می گردد که این فرایند به عنوان فرایند Kroll- Betterton شناخته می‌شود. آلیاژی از سرباره کلسیم- منیزیم- بیسموت در سطح سرب مذاب تشکیل می شود و سپس بصورت کف از روی آن زدوده می شود. کفها اکسیده و برای تولید بیسموت تصفیه می شوند. سپس سرب خالص بوسیله هیدروکسیدسدیم جهت زدودن هرگونه ناخالصی تصفیه می شود و در نهایت به شکل آجر یا شمش در می آید. کفها، سرباره‌ها، لیتارژها و سایر مواد تشکیل شده طی فرایند تصفیه معمولاً از طریق ذوب در یک کوره انفجاری کوچک جهت تهیه شمش سرب خام مجدداً وارد سیکل فرآیند می‌شوند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

تنها راه برای اجرای یک برنامه بازیافت موفق باتریهای سربی اسیدی فرسوده ، ایجاد زیرساختی مؤثر برای جمع‌آوری اصولی آنها است. این زیرساخت به دلیل دخیل نمودن چندین بخش جامعه نظیر فروشندگان قراضه‌ها، فروشندگان باتریها، فرآوری کنندگان و مصرف کنندگان سرب در شبکه‌ای سازمان یافته که جریانی مستمر از قراضه‌های سرب را برای فرایند بازیافت فراهم می‌آورد، باید به خوبی طراحی شود.

تجربه نشان داده‌است که به عنوان یک روند کلی، معمولی‌ترین فرایند جمع‌آوری باتریهای سربی‌اسیدی فرسوده طی سیستم دوگانه توزیع- جمع‌آوری صورت می‌گیرد که طی آن تولیدکنندگان، خرده‌فروشان، عمده‌فروشان و یاسایر نقاط فروش جزئی، باتریهای جدیدی را برای استفاده کنندگان تهیه و باتریهای فرسوده را برای فرستادن به کارگاههای بازیافت نزد خود حفظ می‌کنند یا اوراقچی‌ها آنها را از بدنه خودروهای فرسوده خارج می‌کنند. بقای فرایند مذکور برارزش اقتصادی محتوای سرب موجود در باتریهای سربی اسیدی مبتنی است. با توجه به موارد مذکور در راستای مدیریت صحیح زیست محیطی باتریهای سربی‌اسیدی فرسوده توصیه های زیر ارائه می گردد.

۱- باتریهای سربی‌اسیدی فرسوده درهنگام جمع آوری تخلیه نشوند

۲- درمکانهای جمع آوری مقادیر زیادی از باتریهای فرسوده انبار نشوند

۳- صدور مجوز برای ذوب کنندگان بکار گیرنده اصول مدیریت صحیح زیست محیطی و خودداری جمع‌آوری کنندگان از فروش باتریها به ذوب کنندگان فاقد مجوز

۴- باتریهای فرسوده درون ظروف بخوبی بسته بندی و حمل و نقل شوند

۵- وسیله نقلیه بایستی با نشانه‌هایی مشخص گردند

۶- استفاده از تجهیزات ایمن و حفاظت کارکنان (PPE)در تماس با باتریهای مذکور، ضروری است.

۷- رانندگان و کمک رانندگان تعلیم داده شوند

۸- برنامه و نقشه حمل و نقل کاملاً مشخص شود.

۹- باتریها برای بازیافت تخلیه و مشخص و تفکیک شوند

۱۰- باتریها در ساختمانی مناسب و یا مکانی بسته انبار شوند

۱۱- ارتقا روش های موجود در کلیه مراحل بازیافت و انطباق آنها با روش های نوین و روز دنیا

۱۲- رعایت مفاد کنوانسیون بازل در واردات و صادرات و حمل ونقل برون‌مرزی این باتریها

۱۳- افزایش ابزارهای کنترلی گمرکات بر واردات و صادرات کنترل شده و ایمن و دارای مجوز پسماندهای خطرناک از جمله باتریهای سربی و اسیدی

۱۴- ارتقاء همکاریهای بین سازمانی ،علمی و فنی صنعت و محیط زیست

منابع

• دستورالعمل فنی مدیریت صحیح زیست محیطی کنوانسیون بازل

1- "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries", European IPPC Bureau, May 2000, 807 pp.

2- "The Recycling of Non-Ferrous Metals", M.E. Henstock, an International Council on Metals and the Environment (ICME) Publication, MIM, 1996. 340pp.

3- The mineralogical characterization of lead-acid battery paste. Chen, T.T. and Dutrizac, J.E. (1996). Hydrometallurgy, 40, 223-245

4- Low-Temperature Technique for Recycling Lead/Acid Battery Scrap without Wastes and With Improved Environmental Control ,Vaysgant Z., Morachevsky A., Demidov A., Klebanov E. J. Power Sources 1995, 53(2), 303-6 (Eng.).

5- Lessons Learned From the Lead-Acid Battery Recycling Success Story Timothy J Lafond - Johnson Controls Battery Group Inc

6- Lead-Acid Battery Recycling by the Placid Process: A Global Approach G. Diaz, C. Frias, L.M. Abrantes, A. Aldaz, K. van Deelen, and R. Couchinho