دانشگاه صنعتی اصفهان
بازیافت مواد
جلسه هفتم
بازیابی منابع از باتری های مستعمل
46 Pd Palladium 106.42
78 Pt Platinum 195.084
45 Rh Rhodium 102.90550

باتریهای جیوه–کادمیوم

❖ تقطیر در خلاء (Vacuum distillation)

- این فرایند جهت جداسازی جیوه و کادمیوم استفاده می شود.
- جیوه در دمای ۴۵۰-۳۵۰ درجه سانتیگراد و فشار حدود ۰/۹۸ اتمسفر تبخیر می شود.
- کادمیوم در دمای ۸۵۰-۷۵۰ درجه سانتیگراد و همان فشار تبخیر می شود.
- پس از فرایند تقطیر در خلاء، باتری ها پودر می شوند.
- ضایعات پودر شده با سولفوریک و نیتریک اسید لیچ شده و کیک باقیمانده حاوی منگنز و کربن است.
- از این کیک، در تولید فرومنگنز استفاده می شود.

باتریهای جیوه–کادمیوم

- محلول خروجی، حاوی منگنز، جیوه، آهن و روی است.

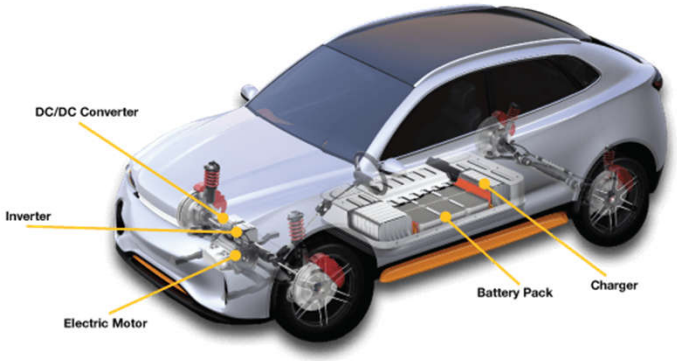
- با اضافه کردن سدیم یا پتاسیم، آمونیوم هیدروکسید و فرو سولفات به محلول فوق، فریت فلز تشکیل می شود.

$$(3 - x)Fe^{3+} + x\,Mn^{+} + OH^{-} + O_2 \rightarrow M_x\,Fe_{(3-x)}O_4 \downarrow + H_2O$$

باتریهای لیتیومی

- باتری های لیتیوم یون (Lithium-ion)، سومین باتری های پرمصرف دنیا هستند و بیشتر در گوشی ها و خودرو ها استفاده می شوند.

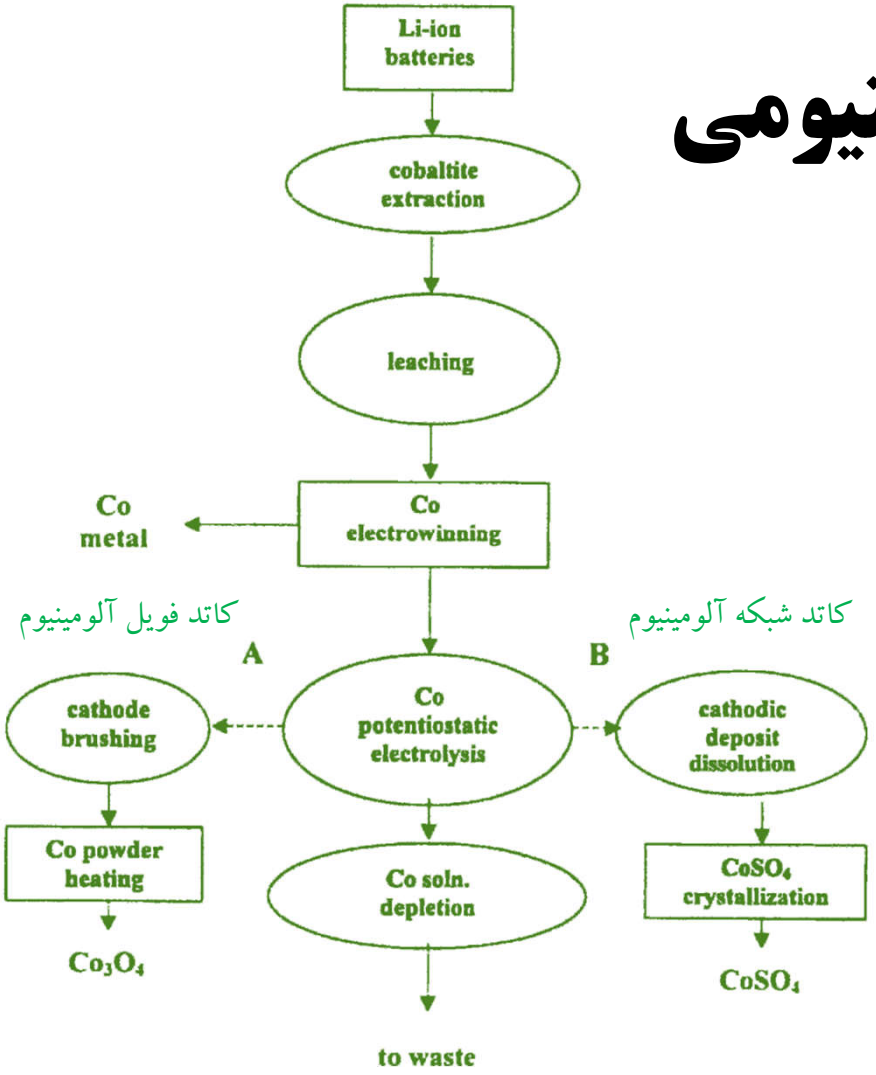
- در این باتری ها، اکسید لیتیوم کبالت ($LiCoO_2$)، بعنوان کاتد و کربن بعنوان آند عمل می کند.



❖روش پاسکوالی و لوپی (Pasquali & Lupi)

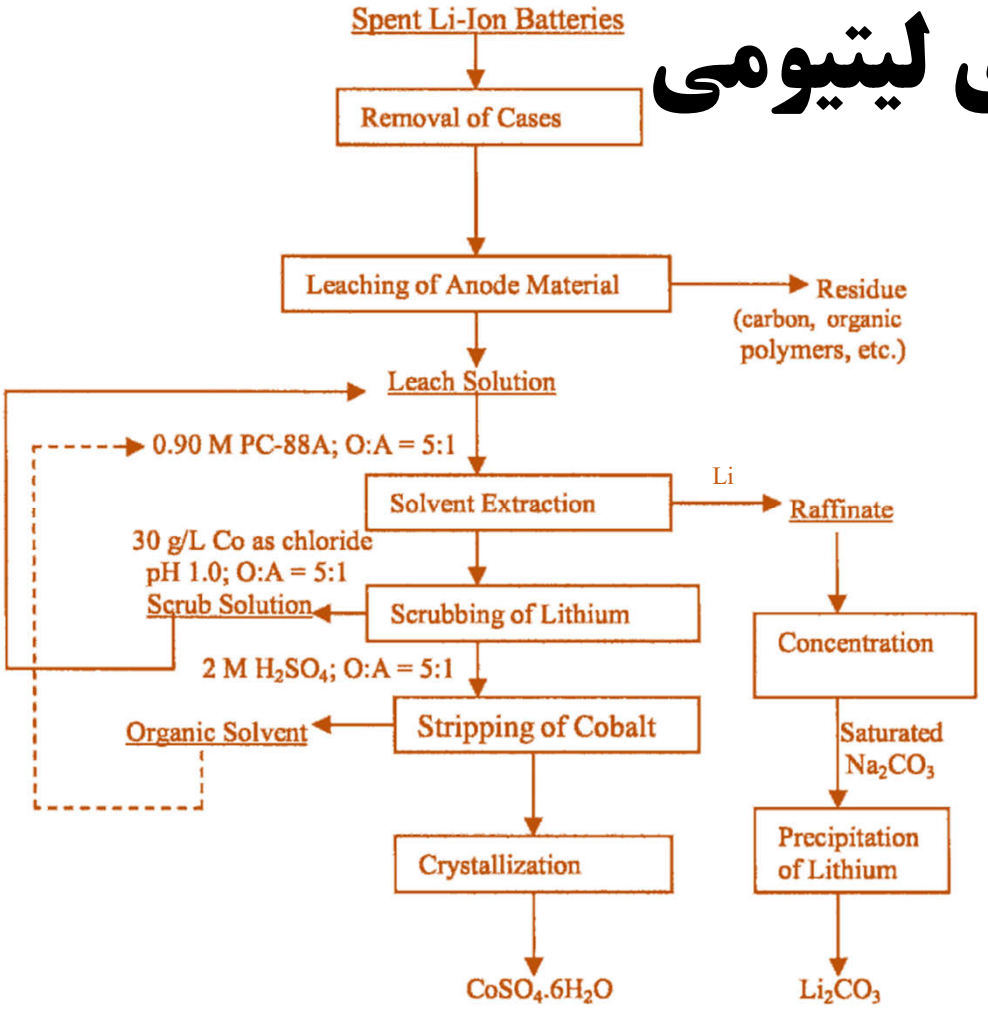
- لیچینگ توسط سولفوریک اسید و هیدروژن پراکسید
- در pH=۴-۴/۲
- الکتروویننگ در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد، ۹۶ درصد از کبالت را بازیابی می کند.

باتریهای لیتیومی



- در حالت A، کبالت با برس از روی کاتد برداشته و در دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد در معرض اکسیژن حرارت داده می شود تا Co_3O_4 تشکیل شود.
- در حالت B، کبالت حل شده و بصورت سولفات کبالت کریستاله می شود.
- بقیه محلول برای بازیابی کبالت به مرحله الکتروفیلتر می رود تا کبالت روی کاتد تشکیل شود.
- برای بازیابی نیکل از روش مشابهی استفاده می شود.

باتریهای لیتیومی



❖فرایند هیدرومتالورژیکی

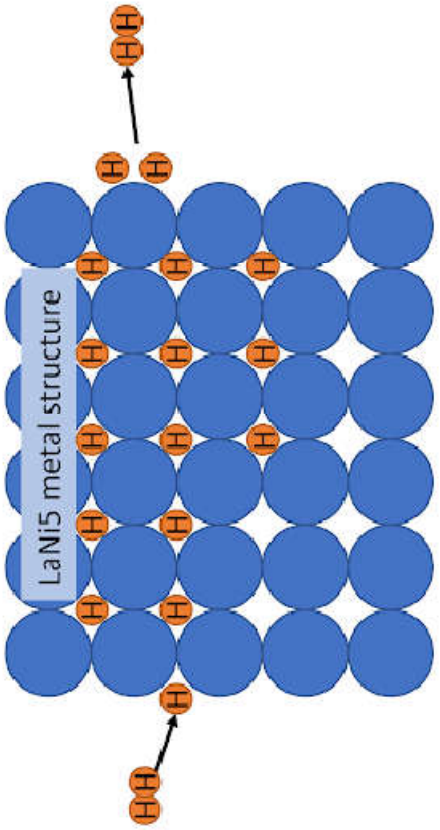
- این روش به منظور بازیابی همزمان کبالت و لیتیم انجام می شود.

۱. لیچینگ آند توسط هیدروکلریک اسید
۲. جداسازی لیتیم از کبالت توسط SX و اسکراب لیتیم
۳. ترسیب لیتیم بصورت کربناته
۴. کریستالیزاسیون کبالت

باتریهای نیکل–فلز هیدرید

- این باتری ها را با علامت اختصاری Ni-MH نشان می دهند.
- این باتری ها بعنوان جایگزینی برای باتری های نیکل-کادمیوم وارد بازار شدند.
- به دلیل حذف فلز سمی کادمیوم، از نظر زیست محیطی مناسب تر هستند.
- برخی از این باتری ها بر اساس آلیاژهای $LaNi_5$ ساخته می شود.
- $LaNi_5$ ماده فعال الکترود منفی باتری است که در اثر شارژ شدن به $LaNi_5H_6$ تبدیل می شود.

باتریهای نیکل–فلز هیدرید

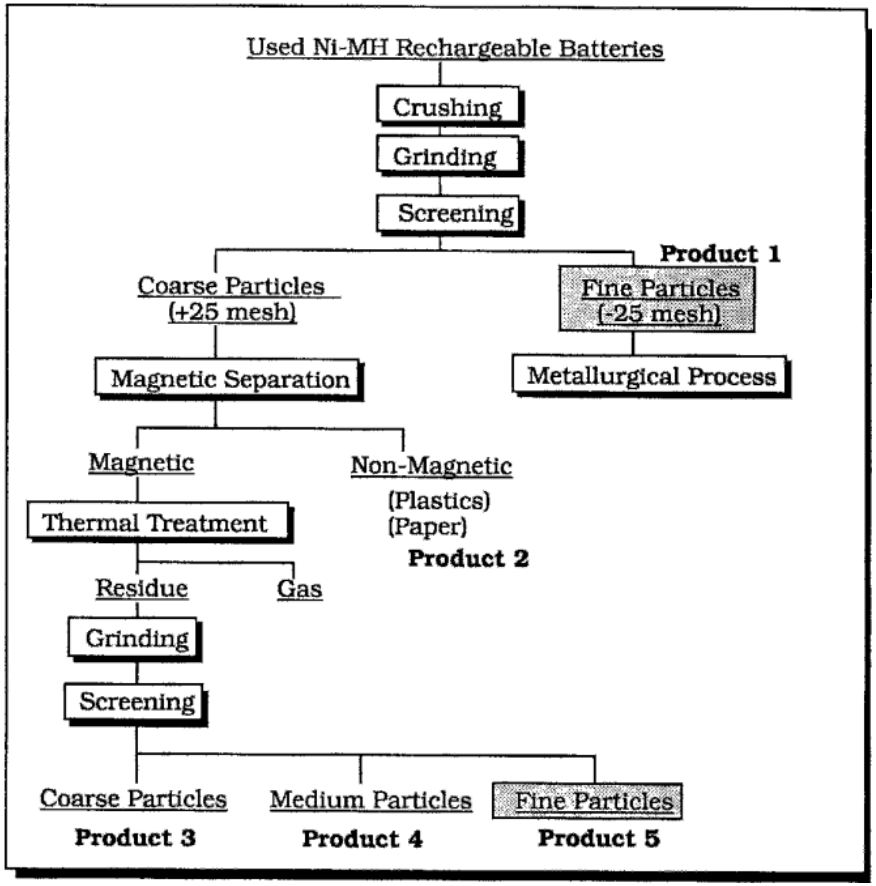


- از این باتری ها بعلت ظرفیت بالا، در خودروهای الکتریکی استفاده می شود.
- علاوه بر لانتانیوم (La)، از سریم (Ce)، پراسئودیمیوم (Pr) و نئودیمیوم (Nd) و عناصر گروه لانتانیدها استفاده می شود.
- الکترود مثبت، حاوی نیکل، کبالت و مقدار کمی از روی و آهن است.
- بنابراین، باتری های Ni-MH مستعمل، حاوی فلزات بسیار ارزشمندی از جمله فلزات نادر می باشند.

باتریهای نیکل–فلز هیدرید

- جهت بازیابی عناصر با ارزش این باتری ها، پس از جداسازی قطعات و خردایش، به ذرات ریز و درشت تقسیم می شوند.
- ذرات ریز (۲۵- مش) حاوی نیکل هیدروکسید و مواد ذخیره کننده هیدروژن است.
- ذرات درشت (۲۵+ مش) تحت عملیات جدایش مغناطیسی قرار می گیرد و از ذرات پلاستیکی و کاغذی جدا می شود.
- جهت حذف رزین و پلاستیک بجا مانده بین ذرات مغناطیسی، حرارت داده می شوند.
- پسماند حاصل به سه بخش ۱۶+، ۲۴+۱۶- و ۲۴- مش تقسیم می شود.

باتریهای نیکل–فلز هیدرید



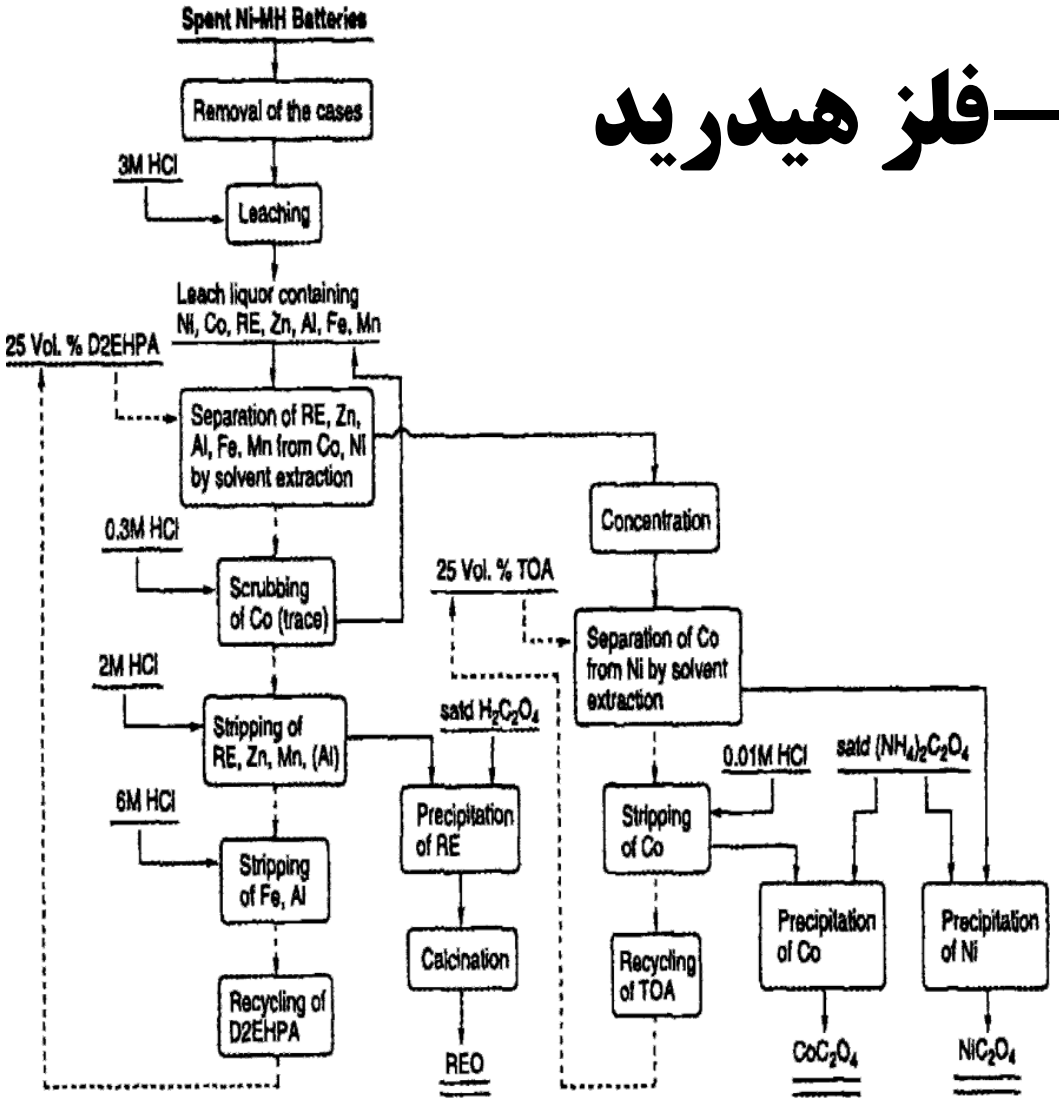
- منابع با ارزش در محصولات شماره ۱، ۴ و ۵ تجمع می کنند.
- سولفوریک اسید تا ۹۸ درصد عناصر را حل می کند.
- عناصر نادر با افزودن سدیم سولفات بصورت کریستاله درآمده و بازیابی می شوند.

$$RE(SO_4)_2\text{-}Na\text{-}2H_2O$$

باتری های نیکل–فلز هیدرید

- در روشی دیگر، مواد الکترود توسط هیدروکلریک اسید لیچ می شود.
- عناصر نادر از کبالت و نیکل از طریق استخراج حلالی با D2EHPA جدا می شوند.
- در مرحله اول شستشو، pH=۲/۵، تمام عناصر بهمراه ۸۰ درصد روی و ۴۰ درصد منگنز توسط هیدروکلریک اسید ۲ مولار جدا می شوند.
- در مرحله دوم شستشو، آلومینیوم و آهن توسط هیدروکلریک اسید ۶ مولار، به طور کامل استحصال می شوند.
- نیکل و کبالت و عناصر نادر توسط هیدروکلریک اسید شسته می شوند.

باتریهای نیکل–فلز هیدرید



- عناصر نادر بصورت کمپلکس اگزالات رسوب داده می شوند.

- کبالت و نیکل با استفاده از حلال آلی تری اکتیل آمین (TOA) از هم جدا شده و سپس، توسط آمونیوم اگزالات رسوب داده می شوند.

باتریهای روی– منگنز

- جهت بازیابی فلزات این باتری ها، آنها را خرد کرده و آهن آنها را توسط جدا کننده مغناطیسی حذف می کنند.
- بخش غیرمغناطیسی حاوی روی بوده و در محلول قلیایی با استفاده از یک اکسید کننده، روی به یون زینکات تبدیل می شود.

$$Zn + 2\,OH^- + \tfrac{1}{2}\,O_2 + H_2O \rightarrow Zn(OH)_4^{2-}$$

- جیوه موجود در پالپ ته نشین شده و پتانسیل اکسیداسیون/احیا باید جهت جلوگیری از انحلال سایر فلزات کنترل شود.

باتریهای روی– منگنز

- پالپ حاصل از لیچینگ، فیلتر شده و کیک فیلتر جهت بازیابی منگنز استفاده می شود.
- ۹۵ درصد فلز روی موجود در محلول توسط الکترولیز استحصال می شود.

$$Zn(OH)_2^{2-} + 2e \rightarrow Zn + 4\,OH^- \text{ at the cathode;}$$
$$2\,OH^- \rightarrow O_2 + H_2O + 2e \text{ at the anode.}$$

- کیک فیلتر در حضور هیدروژن پراکسید به منظور انحلال فلزات باقیمانده با استفاده از سولفوریک اسید لیچ می شود.
- تمامی فلزات داخل محلول به دست آمده به غیر از منگنز با افزودن سدیم یا آمونیوم سولفید در pH بین ۲/۵ تا ۳ رسوب داده می شوند.
- منگنز سولفید بعلت حلالیت بالا در آب، بصورت منگنز کربنات از طریق دمیدن کربن دی اکسید به درون آب، رسوب داده می شود.