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

منابع قابل استحصال از باتری ها

- باتری های مختلفی با ترکیبات متنوع ساخته شده است.
- فلزات موجود در این باتری ها عبارتند از کبالت، نیکل، کادمیوم و لیتیوم.
- این فلزات، علاوه بر ارزش اقتصادی بالا، از دیدگاه زیست محیطی بسیار سمی هستند.
- اولین مرحله قبل از بازیابی فلزات فوق، طبقه بندی و شکستن باتری ها است.
- جهت خروج مواد فرار، گاهی نیاز به حرارت دهی می باشد.
- برای بازیابی فلزات با ارزش، از فرایندهای پیرومتالورژیکی یا هیدرومتالورژیکی استفاده می شود.

منابع قابل استحصال از باتری ها

❖انواع باتری ها

Battery	Anode	Cathode	Electrolyte
Zinc-Carbon	Zinc sheet	MnO_2	NH_4Cl or $ZnCl_2$
Alkaline-manganese	Zinc powder with lead and mercury as anti-corrosive agents	MnO-C-KOH (85-10-5)	KOH with 6 % ZnO
Mercury	Zinc powder with mercury	HgO with carbon	KOH + ZnO
Silver oxide	Zinc powder with mercury	AgO and MnO_2	KOH or NaOH with ZnO
Zinc-air	Zinc powder with mercury	Activated carbon	KOH
Lithium	Lithium	Various oxides; e.g.,MnO_2-Bi_2O_3	Organic solvent
Nickel-cadmium	Cd, which transforms to $Cd(OH)_2$	NiO(OH), which transforms to $Ni(OH)_2$	Mixture of KOH and $Li(OH)_2$

روش های بازیابی

- روشهای هیدرومتالورژیکی از لیچینگ، استخراج حلال، رسوبدهی و الکتروویننگ تشکیل شده است.
- مثال: باتری های نیکل-کادمیوم، لیچینگ با استفاده از آمونیوم کربنات یا هیدروکلریک اسید بعنوان عامل لیچینگ و سدیم هیپوکلریت بعنوان اکسید کننده، سپس ترسیب جهت استحصال نیکل و کادمیوم و الکتروویننگ جهت استحصال روی.

روش های بازیابی

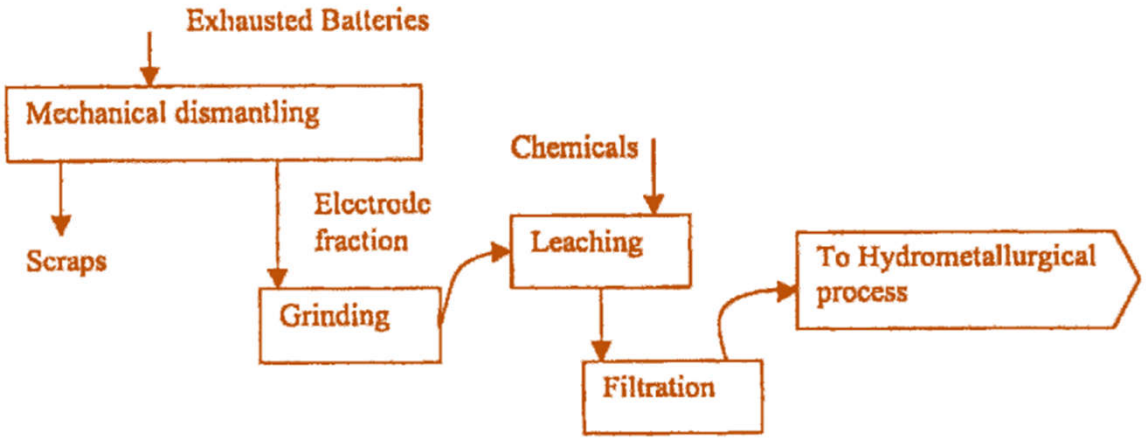
- روش های پیرومتالورژیکی شامل تقطیر در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد می باشد.
- ترکیبات آلی فرار، در دمای ۹۵۰-۸۵۰ درجه سانتیگراد حذف می شوند.
- این ترکیبات با جیوه در فاز گازی ترکیب شده و تشکیل ماده ای با گرانروی بالا به اسم کره جیوه (Mercury butter) را می دهند که خطر انسداد لوله ها و انفجار دارد.
- بنابراین، ضرورت دارد که مواد آلی باتری قبل از حرارت دهی حذف شود.
- دمای تبخیر روی و کادمیوم بالاتر از جیوه است. بنابراین، بصورت فلزی یا اکسیدی از فاز گازی قابل استحصال هستند. بعلاوه، استفاده از روش های هیدرومتالورژیکی هم ممکن است.

باتریهای جیوه–روی

- مرحله اول: جداسازی ذرات درشت حاوی فلزات، کاغذ و پلاستیک از ذرات ریز پودری و لجن.
- مرحله دوم: الکترولیت های محلول موجود در باتری ها با شستشو توسط آب حل می شود.
- مرحله سوم: کاغذ و پلاستیک که سبک هستند، با جریان هوا از ذرات درشت جدا می شوند.
- مرحله چهارم: جداسازی ترکیبات آهن دار توسط جداسازی مغناطیسی
- مرحله پنجم: استحصال جیوه توسط تقطیر یا روش های هیدرومتالورژیکی مانند استفاده از هیدروکلریک اسید و سدیم هیپوکلریت ($NaClO$)

باتریهای جیوه–روی

- پسماند جامد، حاوی کربن و دی اکسید منگنز می باشد. محلول، حاوی روی و جیوه می باشد.
- مرحله ششم: جیوه توسط ترسیب الکتروشیمیایی و روی توسط افزایش pH رسوب داده می شوند.



باتریهای نیکل–کادمیوم

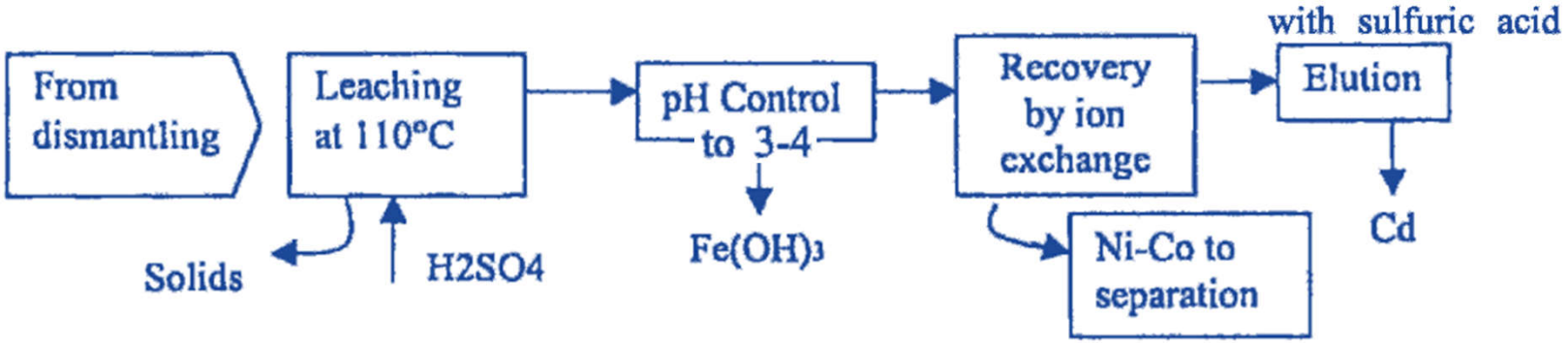
- سالانه چندین میلیارد عدد باتری (قوه) در جهان تولید می شود.
- این تعداد، در صورت دورریز آسیب های زیست محیطی جدی را سبب می شوند.
- ترکیب الکترودهای باتری های نیکل کادمیوم رایج در جدول مشاهده می شود.

Metal	Electrodes	Anode	Cathode
Nickel	28.9 %	21.8 %	26.4 %
Cadmium	30.7 %	51.9 %	110.8 %
Cobalt	0.081 %	0	0.02 %
Iron (from electrode	0.69	0.02 %	0.005 %
support)	21.6	10.1 %	34.0 %
Others (graphite, K, etc.)	18.1 %	16.2 %	110.8 %
Stainless steel			

باتریهای نیکل–کادمیوم

- باتریهای نیکل-کادمیوم، بعد از باتری های سربی، دومین باتری پر مصرف در دنیا هستند.

❖فرایند پیترلی (Pietrelli):



- جداسازی کبالت توسط استخراج حلالی و جداسازی نیکل و کبالت باقیمانده از محلول توسط الکتروونینگ و بصورت آلیاژ انجام می شود.

باتریهای نیکل–کادمیوم

- پتانسیل احیای کادمیوم، ۴۰۳- میلی ولت و نیکل و کبالت به ترتیب، ۲۵۰- و ۲۷۷- میلی ولت می باشد.

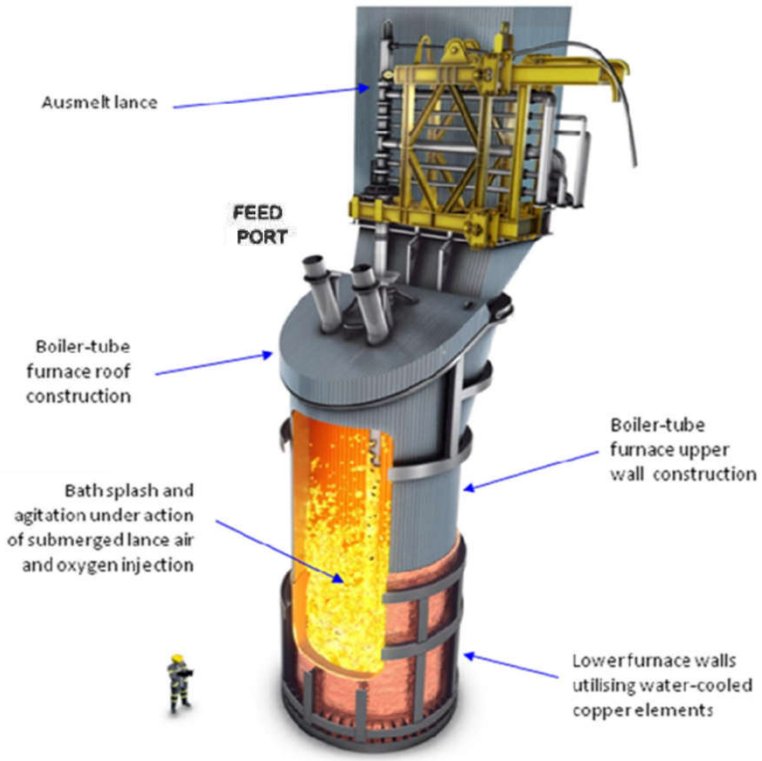
- در نتیجه امکان احیای الکتروشیمیایی انتخابی کادمیوم از نیکل-کبالت وجود دارد.

❖فرایند آسملت (Ausmelt):

- این فرایند از یک مرحله ذوب استفاده می کند که در آن، اکسیژن و سوخت با گذر از درون لوله لنس (Lance) به زیر سرباره مذاب دمیده شده و ایجاد اغتشاش می کند.

- اغتشاش حاصل، باعث تسریع واکنش بین مذاب و گازها شده و ظرفیت ذوب افزایش می یابد.

باتریهای نیکل–کادمیوم



- لوله لنس (Lance) با گذر از سرباره وارد مذاب شده و اکسیژن و سوخت را به زیر سرباره می دمد.
- دمای واکنش، ۱۲۵۰ درجه سانتیگراد است.
- پیریت بعنوان عامل سولفید کننده، زغالسنگ بعنوان عامل احیا کننده و سنگ آهک و سیلیس بعنوان کمک ذوب اضافه می شود.

باتریهای نیکل–کادمیوم

- واکنش هایی که در کوره باعث تشکیل مات کبالت و نیکل می شوند:

$$Ni(OH)_2 \rightarrow NiO\ (slag) + H_2O\ (gas)$$
$$9\ NiO\ (slag) + 7\ FeS_2\ (matte/pyrite) \rightarrow 3\ Ni_3S_2 + 7\ FeO\ (slag) + SO_2\ (gas)$$
$$CoO\ (slag) + C\ (solid) \rightarrow Co(matte) + FeO\ (slag)$$
$$CoO\ (slag) + FeS\ (matte/alloy) \rightarrow CoS\ (matte/alloy) + FeO\ (slag)$$

- مات (Matte) عبارت است از یک فاز سولفیدی که جدا از فاز مذاب و سرباره در کوره تشکیل می شود.
- سه محصول اصلی فرایند عبارتند از سرباره (Slag)، مات و دوده (Fume).
- مات، ۳۶/۷٪ نیکل، ۳۶/۵٪ آهن و ۱/۷٪ کبالت دارد. غلظت کادمیوم، روی و سرب زیر ۰/۱٪ است.
- سرباره، ۳۵/۶٪ آهن، ۳۶/۳٪ سیلیس و فلزات فوق، زیر ۱٪ است و بعنوان ماده ساختمانی کاربرد دارد.

باتریهای نیکل–کادمیوم

❖فرایندهای زیستی

- در این روش ها از بیوراکتور و دمای ۳۰ درجه سانتیگراد استفاده می شود.
- گوگرد عنصری بعنوان منبع الکترون جهت تولید سولفوریک اسید به پودر باتری های مستعمل افزوده می شود.
- باکتری های اکسید کننده آهن و گوگرد در این فرایندها نقش دارند.
- با استفاده از این شیوه، تمامی کادمیوم و ۷۵٪ کبالت طی ۵۰ روز استخراج می شود.
- پسماند جامد فرایند پس از خنثی سازی با آهک در کشاورزی استفاده می شود.