



بازیافت مواد

جلسه سیزدهم

بازیابی منابع از سرباره ها

46
Pd
Palladium
106.42

78
Pt
Platinum
195.084

45
Rh
Rhodium
102.90550

سرباره ها

❖ سرباره غیر آهنی

• این نوع از سرباره ها به **چهار دسته** زیر تقسیم می شوند.

Component	% Cu	% Ni + Co	% Pb	% Zn
Copper	0.9	-	0.3	3
Nickel	0.34	0.36	-	-
Ferro-nickel	-	0.16	-	-
PGM	0.15	0.15	-	-
Lead	-	-	1	7

۱. دارای آهن بالا (ذوب سولفیدهای مس و نیکل)

۲. دارای منیزیم بالا (ذوب لاتریت)

۳. دارای آهک بالا (ذوب سرب)

۴. دارای فلزات گروه پلاتین

Component	% SiO ₂	% FeO	% MgO	% CaO	% Al ₂ O ₃	% Cr ₂ O ₃	Sum
Smelter Type							
Copper Sulphide	36	47	1	2	4	-	90
Nickel Sulphide	36	46	3	3	6	-	94
Nickel Laterite	54	11	32	-	2	1	100
PGM Nickel	42	12	19	15	5	2	95
Lead Sulphide	22	35	1	20	4	-	82

روش های فراوری سرباره

- فراوری سرباره به صورت زیر انجام می شود:
 ۱. سرباره **سرد** و **خرد** می شود.
 ۲. بخش های آهن دار سرباره توسط **مگنت** ها جهت بازیابی فولاد به کوره منتقل می شود.
 ۳. مواد باقیمانده، وارد **جدا کننده مغناطیسی** شده و فلزات باقیمانده بازیابی می شوند.
 ۴. **مواد غیرمغناطیسی** باقیمانده برای مصارف متنوع ساختمانی و جاده سازی فروخته می شود.

روش های فراوری سرباره

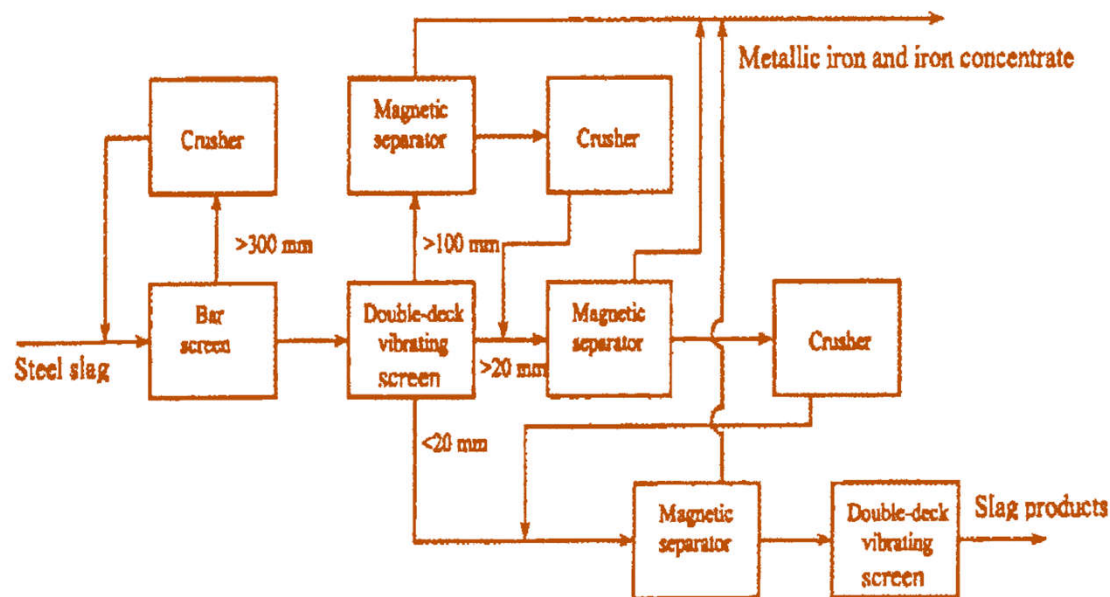
Process Source	Generation Rate (Percent of steel produced)	Treatment/Reuse/Disposal
Blast Furnace	17 to 20	Metal in slag is recovered by magnetic separation and remaining slag is sold for cement and cement block production, and used as a roasted aggregate. Otherwise land-filled or stockpiled.
Basic Oxygen Furnace	12 to 18	Metal recovered by magnetic separation and some remaining slag is recycled to the BF. Production of cement blocks are recharged to a blast furnace as fine source or recycled to sinter plant. Also used as roadbed aggregate. Otherwise land-filled or stockpiled.
Electric Arc Furnace	4 to 10	Metal recovered by magnetic separation and recycled. Remaining slag is sold as roadbed or land-filled.

بازیابی فلزات از سرباره

- سرباره های آهن و فولاد و همینطور سرباره های غیر آهنی، مقادیر قابل توجهی از فلز را دارا می باشند.
- این فلزات از ترکیب **کانی شناسی پیچیده** ای برخوردار هستند.
- بنابراین، سرباره یک **منبع ثانویه مهم** از فلزات است که در صورت بهره گیری از فناوری مناسب، قابل استخراج می باشند.
- اولین قدم، **خردایش** است که باعث آزادسازی مواد حاوی آهن می شود.
- این عملیات توسط سنگ شکن یا آسیای خودشکن انجام می شود.
- در مرحله بعدی، مواد آهن دار توسط **جداکننده های مغناطیسی** جدا می شوند.

بازیابی فلزات از سرباره

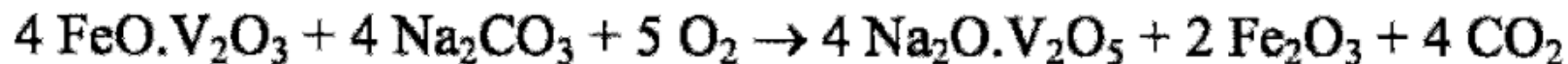
- پسماندهای حاوی فسفر و گوگرد به باطله منتقل می شوند.
- این پسماندهای عاری از آهن را می توان در صنعت ساخت و ساز استفاده نمود.



بازیابی وانادیوم از سرباره

❖ روش اول

- سرباره تا زیر ۱۰۰ مش خرد می شود.
- ذرات سرباره با ۲۰٪ سودا اش مخلوط شده و در دمای مناسب و در حضور ۵٪ از پتاسیم کلرات ($KClO_3$) در ۸۰۰ درجه سانتیگراد تشویه می شوند.



- محصول، سدیم وانادات است که در آب داغ حل می شود.
- در مرحله تشویه می توان از سدیم کلرید یا سدیم سولفات و یا نمک های کلسیمی به جای سودا اش هم استفاده نمود.

بازیابی وانادیوم از سرباره

❖ روش دوم

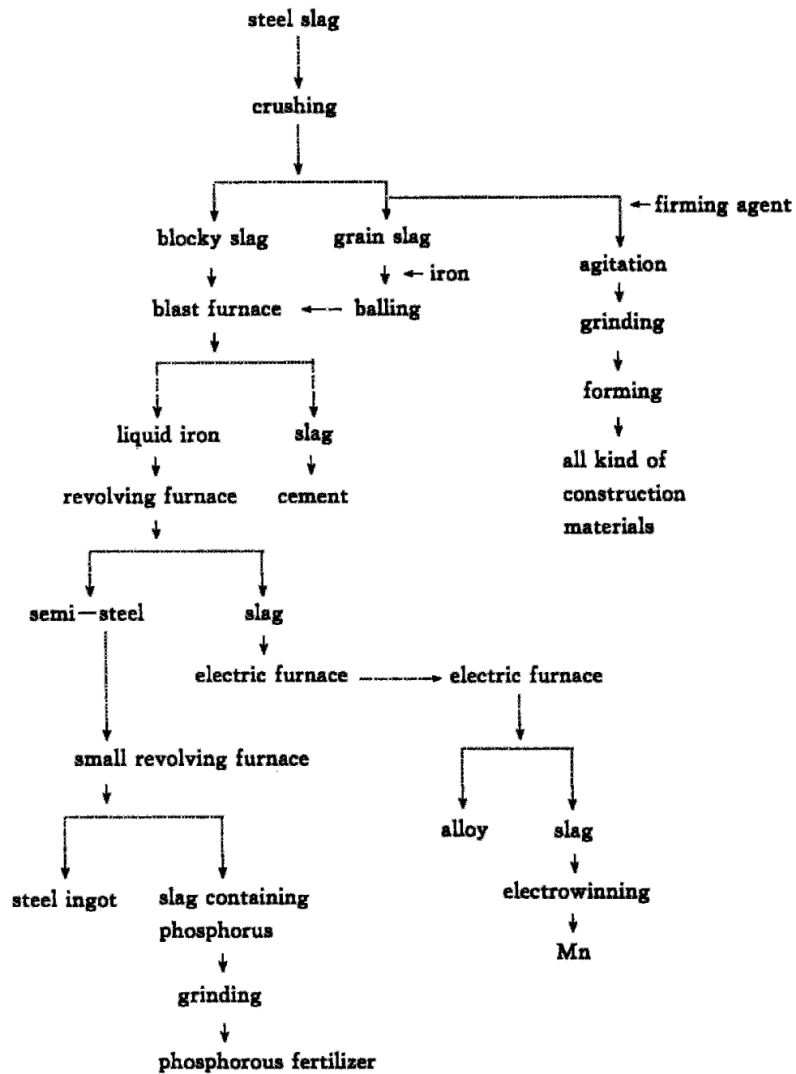
- آهک یا سودا اش بعنوان فعال کننده به سرباره مذاب اضافه می شوند.
- در صورت استفاده از آهک، وانادیوم به CaV_2O_5 و CaV_2O_7 تبدیل می شود.
- سرباره پس از سرد شدن، با استفاده از **سولفوریک اسید** تحت عملیات لیچینگ قرار گرفته و وانادیوم از سرباره حل می شود.
- بازیابی وانادیوم در این روش، بین ۸۰ تا ۹۰ درصد می باشد.

بازیابی نیویوم و تانتالیوم از سرباره

- ابتدا آهن، کلسیم، منگنز و آلومینیوم با استفاده از لیچینگ حذف می شوند.
- سپس، **کنسانتره نیویوم و تانتالیوم** در دمای ۵۰۰-۱۰۰۰ درجه سانتیگراد همراه با گاز **کلرین** و نیتروژن تحت حرارت قرار می گیرد.
- اکسیدهای نیویوم و تانتالیوم به **کلریدهای این عناصر** تبدیل می شوند.
- این کلریدها، فرار بوده و از پسماند جامد جدا می شوند.

Vanadium V * 50.94 23
Niobium Nb * 92.91 41
Tantalum Ta * 180.95 73

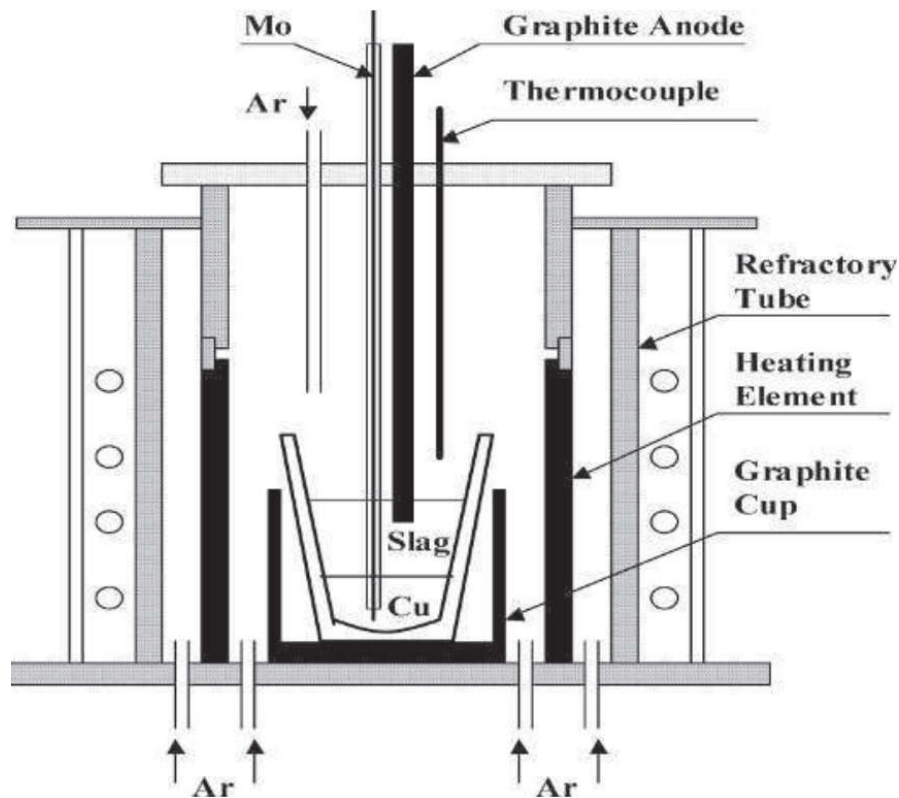
بازیابی منگنز از سرباره



بازیابی کروم از سرباره کروم

- سرباره تا زیر ۱۰ میلیمتر خرد شده و سپس به سه فراکسیون ابعادی $10+1$ - و 1 - میلیمتر تقسیم می شود.
- فراکسیون دانه درشت با استفاده از **جیگ** و دانه ریز با استفاده از **میز** پرعیارسازی می شود.
- **کنسانتره جیگ** حاوی ۵۹٪ و **کنسانتره میز** حاوی ۲۹٪ کروم می باشند.
- در ادامه می توان از عملیات **لیچینگ** جهت **انحلال کروم** استفاده نمود.

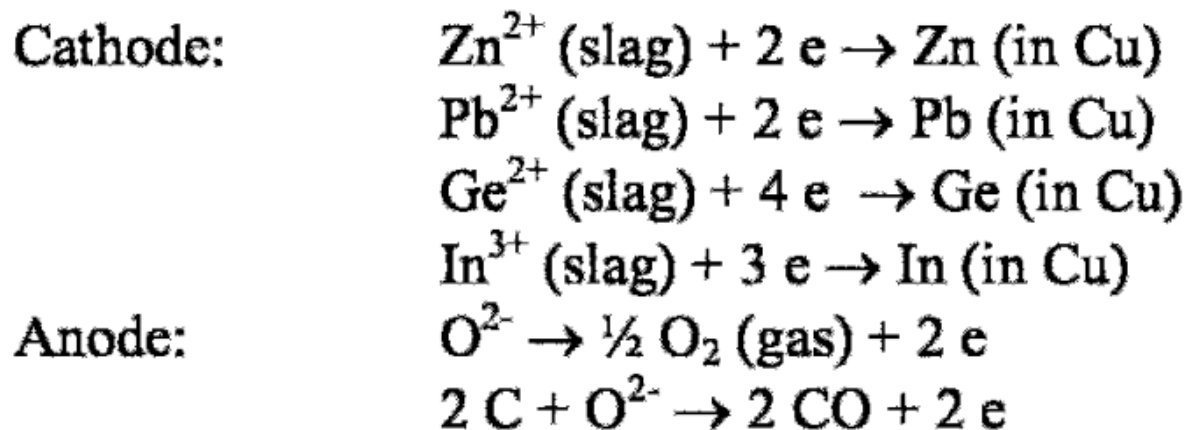
بازیابی فلزات از سرباره سرب و روی



- ابتدا سرباره در کوره تحت حرارت قرار گرفته و سرب و روی وارد فاز گازی می شوند.
- فاز جامد باقیمانده حاوی ۳٪ روی و مقادیر قابل توجهی از عناصر سرب، ایندیوم و ژرمانیوم می باشد.
- فاز جامد ذوب شده و تحت فرایند احیای الکتروشیمیایی قرار می گیرد.
- فلز مس بعنوان حلال استخراج کننده فلزات کم غلظت اضافه می شود.

بازیابی فلزات از سرباره سرب و روی

• واکنش های زیر در آند و کاتد رخ می دهد:



بازیابی فلزات از سرباره مس و برنج

- اجزای اصلی تشکیل دهنده سرباره مس عبارتند از آهن و سیلیس که هر کدام در حدود ۲۵ تا ۵۰ درصد در سرباره وجود دارند.
- مقدار مس در سرباره، حدود ۳/۷-۴/۰ می باشد که از مقدار مس در سنگ معدن بالاتر است.
- برخی از سرباره های مس دارای نیکل، کبالت، سرب و آرسنیک نیز هستند.
- در سرباره برنج، فلزات مس، روی و سرب وجود دارند.
- فازهای کانی شناسی موجود در سرباره مس عبارتند از کالکوسیت، کوولیت، بورنیت و مس فلزی.
- راهکارهای بازیابی فلزات از سرباره مس عبارتند از فلو تاسیون، لیچینگ و تشویه.

بازیابی فلزات از سرباره مس و برنج

❖ فلوتاسیون

- فلوتاسیون سرباره مس مشابه فلوتاسیون **کانیهای سولفیدی** است.
- سرباره تا ابعاد ۸۰٪ زیر ۷۴ میکرون خرد می شود.
- از کلکتور **سدیم بوتیل زنتات** و **کفساز MIBC** استفاده می شود.
- کنسانتره تولیدی از سرباره دارای ۳/۷٪ مس، محتوی ۴۰-۴۵٪ مس و بازیابی ۸۰٪ می باشد.

بازیابی فلزات از سرباره مس و برنج

❖ لیچینگ

- عملیات لیچینگ با استفاده از **سولفوریک اسید**، **هیدروکلریک اسید** یا **آمونیاک** بعنوان عامل لیچینگ انجام می شود.
- گاهی از **هیدروژن پراکسید** بعنوان اکسید کننده استفاده می شود.
- با استفاده از سولفوریک اسید، ۹۰٪ مس، ۹۵٪ نیکل و کبالت و ۰/۸٪ آهن از سرباره حاوی ۴٪ مس، ۲٪ نیکل و ۰/۵٪ کبالت بازیابی می شود.

بازیابی فلزات از سرباره مس و برنج

❖ تشویه

- فرایند تشویه باعث تبدیل فلزات موجود در سرباره به **سولفات های محلول** می شود.
- این عملیات، با استفاده از **سولفوریک اسید**، **آمونیم سولفات** یا **فریک سولفات** در دمای ۶۰۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد رخ می دهد.
- در صورت استفاده از **گاز هیدروژن سولفید**، فلزات ابتدا به **سولفید** تبدیل شده و سپس در حضور هوا به **سولفات اکسید** می شوند.