



بازیافت مواد

جلسه هفدهم

فناوری های نوین بازیابی منابع

46
Pd
Palladium
106.42

78
Pt
Platinum
195.084

45
Rh
Rhodium
102.90550

سولومتالورژی (Solvometallurgy)

- این فرایند، هنگامی استفاده می شود که **هیدرومتالورژی** و **پیرومتالورژی** در بازیابی فلزات از **منابع کم عیار**، کارایی مطلوب را نداشته باشند.
- در سولومتالورژی از **حلال های غیر آبی** استفاده می شود.
- این حلال ها عبارتند از: **حلال های آلی** مانند: آلی مولکولی، مایعات یونی، حلال های یوتکتیک عمیق
- یا **حلال های غیر آلی** مانند: آمونیاک مایع، سولفوریک اسید غلیظ یا دی اکسید کربن فوق بحرانی

سولومتالورژی

❖ تفاوت های هیدرومتالورژی و سولومتالورژی

	Hydrometallurgy	Solvometallurgy
Leaching	Leaching with aqueous solutions of acids or bases, or aqueous solutions of chelating agents	Leaching with acid-saturated neutral or basic extractants, acidic extractants, chelating extractants diluted in nonpolar organic solvents; acid-saturated polar solvents; halogens in organic solvents
Solvent extraction	Distribution between an aqueous phase and an immiscible organic phase	Distribution between two immiscible organic phases
Ion exchange	Ion exchange between the resin and aqueous solutions	Ion exchange between the resin and non-aqueous solutions
Precipitation	Precipitation by reagent addition, control of pH, evaporation of water	Precipitation by reagent addition, addition of anti-solvent, evaporation of solvent
Electrolysis	Electrodeposition of metals at the cathode from an aqueous electrolyte	Electrodeposition of metals at the cathode from a non-aqueous electrolyte

سولوو متالورژی

❖ لیچینگ حلالی (Solvent leaching)

- محلول اسیدهای معدنی مثل HCl در حلال های آلی (Diluent) مانند استون، اتانول، متانول و غیره.
- برای مثال، می توان حلال آلی را با **دمیدن گاز HCl** به درون آن، اشباع نمود.
- استفاده از اسیدهای آلی رقیق نشده.
- استفاده از حلال های یوتکتیک عمیق (DES)

سولوومتالورژی

❖ لیچینگ حلالی

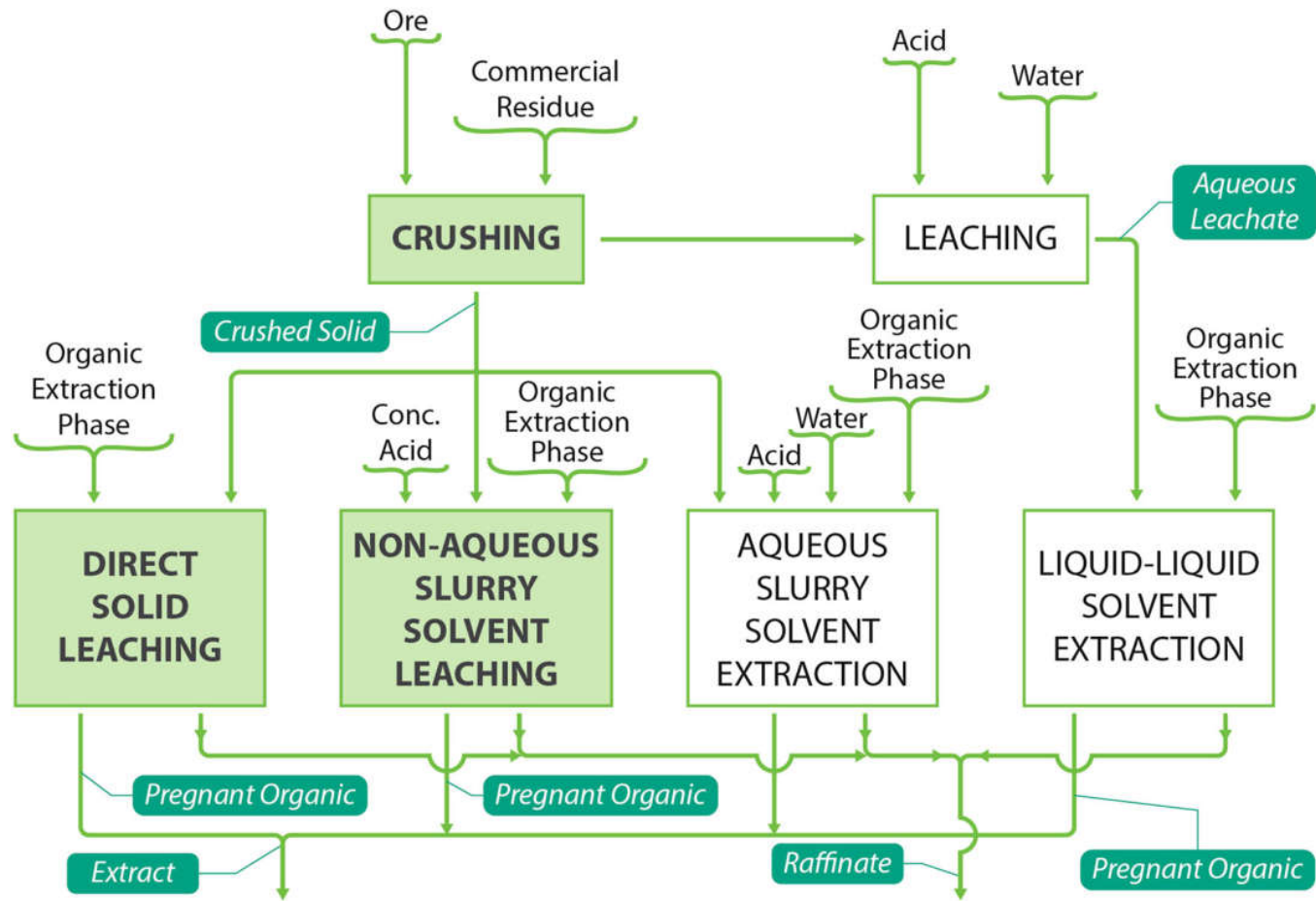
- استفاده از حلال های آلی (Diluent) با استخراج کننده های (Extractant) محلول.
- در صورت استفاده از استخراج کننده های اسیدی، مانند دپا (D2EHPA)، می توان ذرات کانسنگ را مستقیماً با فاز آلی لیچ کرد.
- استخراج کننده های کیلات کننده مانند لیکس (LIX) باعث افزایش انتخاب پذیری می شوند.

سولوو متالورژی

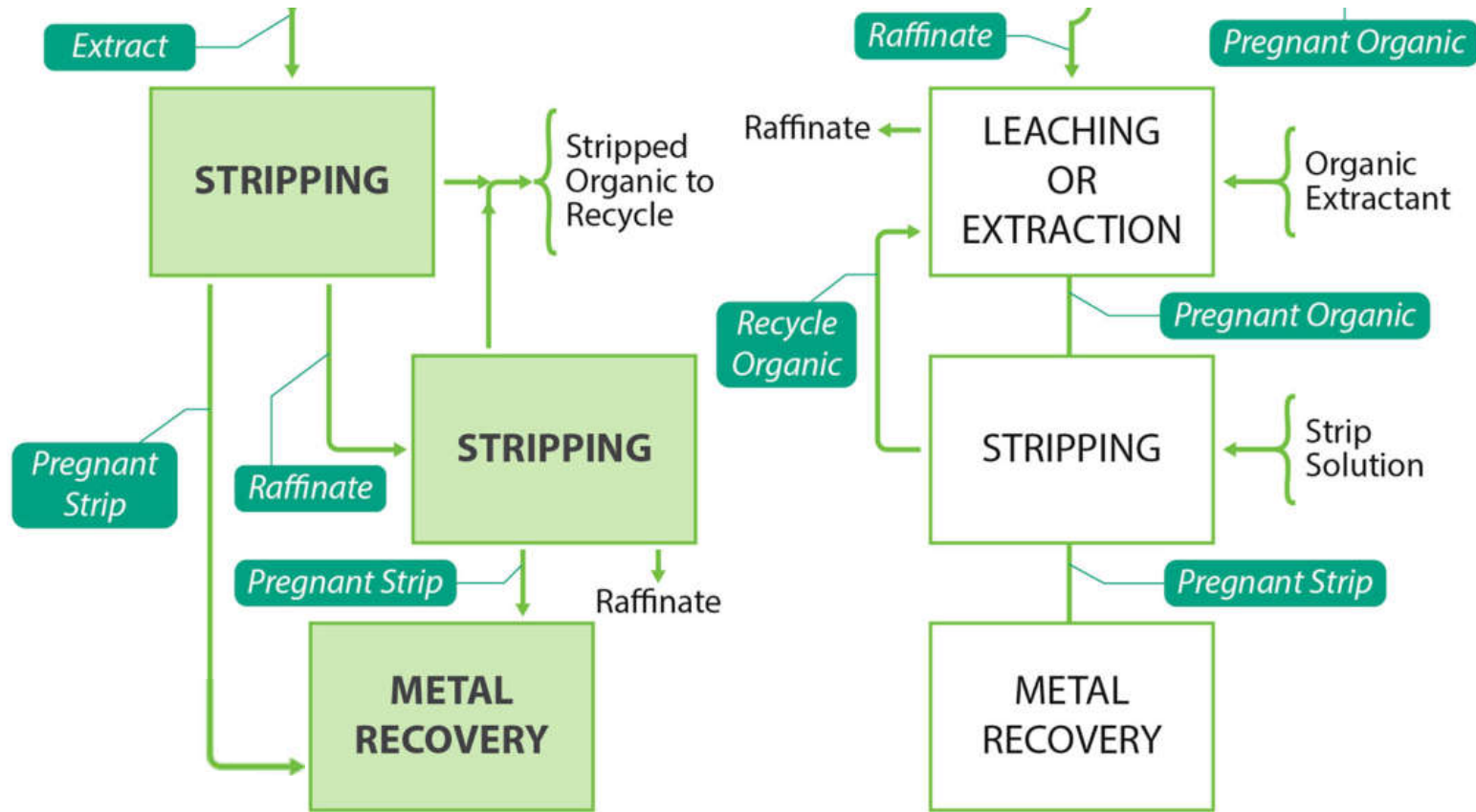
❖ لیچینگ حلالی

- در صورت استفاده از استخراج کننده های خنثی، باید از اسیدهای معدنی غلیظ همراه با آن استفاده شود.
- مثلاً استفاده از TBP و محلول غلیظ سولفوریک یا هیدروکلریک اسید.
- استخراج کننده های بازی، دارای مکانیسم تبادل یونی هستند و در کنار یک اسید معدنی کار می کنند.
- در حالت غلیظ، به این ترکیبات، مایعات یونی (Ionic liquid) گفته می شود.

سولومتالورژی



سولومتالورژی



سولو و متالورژی

❖ تهی سازی (Stripping)

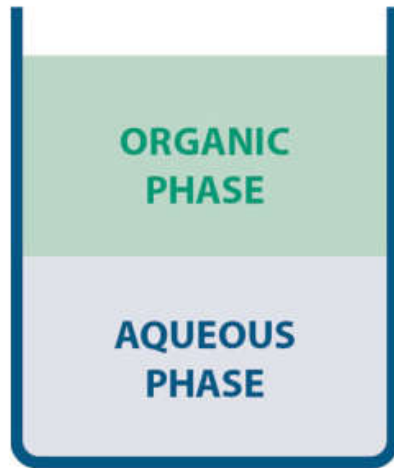
- در مرحله تهی سازی، در صورتیکه لیچینگ با **حلال آلی غیر یونی** انجام شده باشد، تهی سازی با **حلال آلی یونی** انجام می شود.

- در صورتیکه لیچینگ با **حلال آلی یونی** انجام شده باشد، از **تهی سازی ترسیبی**، **تعویض یونی** یا **جاذب های جامد** استفاده می شود.

سولوومتالورژی

❖ استخراج حلالی غیر آبی (Non-aqueous Solvent extraction)

Conventional
Solvent extraction



Non-aqueous
Solvent extraction



- در سولوومتالورژی، عملیات استخراج حلالی را می توان با استفاده از دو فاز آلی یا دو مایع یونی غیر قابل اختلاط انجام داد.

سولوومتالورژی

• الکترووینینگ را نیز می توان با استفاده از حلال های آلی انجام داد.

• مثل استحصال سرب و روی از حلال های یوتکتیک عمیق، یا ترسیب الکتروشیمیایی آلومینیوم از الکتروولیت های غیر آبی حاوی اورگانوآلومینیوم

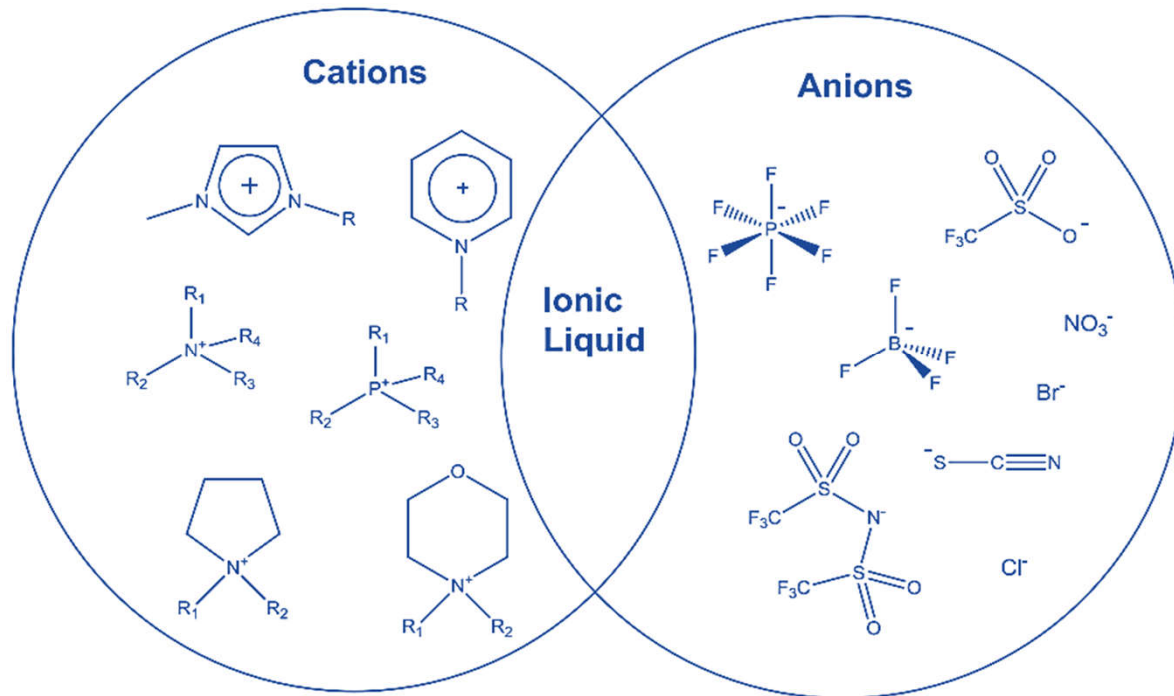
سولوو متالورژی

❖ مایعات یونی (Ionic liquids)

- حلال هایی هستند که تماماً از یون ها تشکیل شده اند.
- کاتیونها معمولاً آلی هستند، که شامل زنجیره های آلکیلی می شوند.
- آنیونها می توانند غیر آلی باشند مثل کلرید، یدید، برومید یا آلی باشند مثل استات
- نمک های مذاب آبدار، از جمله مایعات یونی می باشند.
- نکته منفی حلالهای یونی، قیمت بالای آنهاست.

سولوو متالورژی

❖ مایعات یونی (Ionic liquids)



سولوو متالورژی

❖ حلال یوتکتیک عمیق (Deep Eutectic Solvent)

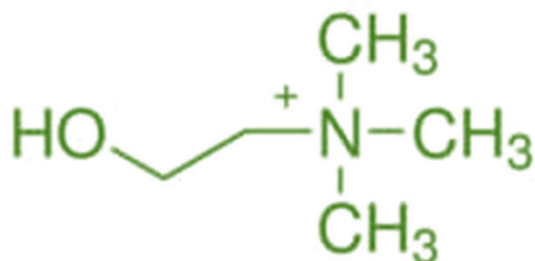
• مخلوطی که **دمای ذوب** آن از دمای ذوب اجزایش کمتر باشد.

• **جایگزین ارزان** مایعات یونی هستند.

• اکثراً از ترکیب **کلین کلرید (Choline Chloride)** و یک ایجاد کننده پیوند هیدروژنی مانند **اوره** تشکیل شده اند.

• از کلین کلرید بعنوان غذا در مرغداریها استفاده می شود.

• بعلت شباهت خواص آنها با مایعات یونی، به اشتباه به آنها مایعات یونی گفته می شود.



سولومتالورژی

مزایای سولومتالورژی ❖

-
- Reason 1. Very limited water consumption
 - Reason 2. Reduced energy consumption
 - Reason 3. Process intensification
 - Reason 4. Reduced consumption of acids
 - Reason 5. Higher selectivity for leaching
 - Reason 6. Fewer problems with silica gel formation
 - Reason 7. Suitable for the treatment of low-grade ores, mine tailings, and industrial process residues
 - Reason 8. Useful for the treatment of urban waste
 - Reason 9. Compatibility with bioleaching
 - Reason 10. New separation processes
-