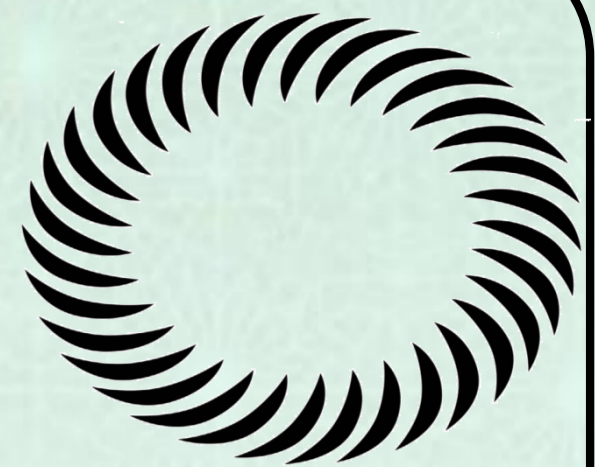




نمایشگاه هفته پژوهش و فناوری
دانشگاه صنعتی همدان
آذر ۱۴۰۲

بررسی سازوکار الکترولیچینگ کنسانتره کالکوپریت در محلول‌های یوتکتیک عمیق

پریا محمدپور، سعید کریمی، مزدک ایزدی
گروه مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی همدان
s.karimi@hut.ac.ir



هفته ملی پژوهش و فناوری

چکیده

در این پژوهش لیچینگ کنسانتره کالکوپریت (CuFeS_2) در محلول یوتکتیک عمیق دو جزئی و سه جزئی مورد بررسی قرار گرفت. انحلال کالکوپریت و استخراج مس با روش هیدرومتالورژی انجام شد. روش هیدرومتالورژیکی در مقایسه با روش پیرومتالورژی دارای مزیت‌هایی همچون هزینه کمتر، میزان مصرف انرژی و آلاینده‌گی محیط‌زیست کمتر است و محدودیتی از نظر تولید ندارد. در روش هیدرومتالورژی حین فرآیند لیچینگ با تشکیل لایه‌های مقاوم در برابر حلالیت، سینتیک فرآیند به شدت کاهش می‌یابد. همچنین در روش‌های متداول هیدرومتالورژی، از اسیدهای معدنی استفاده می‌شوند که باعث انحلال تجمع‌ی همه مواد محتوی در ماده معدنی کالکوپریت می‌شود. بنابراین استفاده از محلول‌های جدید که توانایی لیچینگ انتخابی داشته باشند و در حین فرآیند فیلم‌های غیرفعال روی سطح ماده معدنی تشکیل نشوند، می‌تواند به عنوان راه حل مناسبی در تولید این فلز در نظر گرفته شود. در این پژوهش، انحلال ماده معدنی کالکوپریت از محلول‌های یوتکتیک عمیق بررسی شد. پارامترهای مهم در فرآیند لیچینگ همانند دما، زمان، سرعت همزدن، نوع محلول یوتکتیک عمیق و ... بررسی شد.

واژه‌های کلیدی: کالکوپریت، حلال‌های یوتکتیک عمیق، سازوکار لیچینگ، هیدرومتالورژی

مقدمه

آزمایش پنجم با اعمال پتانسیل به الکتروکیمیری کالکوپریت در محدوده بین ۳ تا ۴ ولت و دانسیته جریان ۰/۴۶ آمپر بر متر مربع، انحلال بسیار جزئی مس صورت گرفت. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که انحلال الکتروشیمیایی کالکوپریت در محلول DES رخ نمی‌دهد و برای انحلال باید از محلول قوی تری استفاده کرد.

چندین روش برای استخراج فلزات با ارزش و کانسنگ‌های کالکوپریت پیشنهاد شده است. در حال حاضر، اساساً دو روش اصلی در سراسر جهان به منظور استحصال فلز از کالکوپریت برای تولید فلز به کار گرفته می‌شود؛ که می‌توان آن‌ها را به روش‌های پیرومتالورژی، هیدرومتالورژی طبقه‌بندی کرد [۱]. با وجود اینکه بیشترین میزان تولید فلز مس به روش پیرومتالورژی و الکترووینینگ هست، روش هیدرومتالورژیکی نیز دارای مزیت‌هایی است و محدودیتی از نظر تولید ندارد. در روش هیدرومتالورژی حین فرآیند لیچینگ با تشکیل لایه‌های مقاوم در برابر حلالیت، سینتیک فرآیند به شدت کاهش می‌یابد.

جدول ۱- آنالیز محلول‌های مس در آزمایش‌های ۱ تا ۵

آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵
آنالیز مس (ppm)	۳.۸	۱۰۰.۷	۱۴۱.۷	۱۲.۹	۴.۸
		۱۵۰	۲۰۰	۱۰۰ درجه	

راهنمای پیشنهادی

- از راهنمای پیشنهادی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- ✓ اعمال پتانسیل الکتریکی جهت انحلال کالکوپریت
 - ✓ استفاده از محلول‌های یوتکتیک عمیق جهت انحلال
 - ✓ استفاده از اسید سولفوریک به عنوان حلال در الکترولیچینگ کالکوپریت

منابع

[1] A. Baba A, I. Ayinla K, A. Adekola F, K. Ghosh M, S. Ayanda O, B. Bale R, et al. A Review on Novel Techniques for Chalcopryrite Ore Processing. International Journal of Mining Engineering and Mineral Processing 2012;1:1-16. <https://doi.org/10.5923/j.mining.20120101.01>

تایید استاد راهنما

نام و امضا استاد راهنما: سعید کریمی

تایید تحصیلات تکمیلی:

تایید امور پژوهشی:

اهداف و روش پژوهش

در این پژوهش، با مطالعه و انجام چندین آزمایش انحلال کالکوپریت را بررسی کردیم. ابتدا سنتز محلول‌های دو جزئی و سه جزئی یوتکتیک عمیق انجام شد. در آزمایش اول محلول دو جزئی کولین کلراید (Choline chloride) و اوره (Urea) با نسبت ۱:۲ سنتز کرده و کالکوپریت را در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۲۴ ساعت با سرعت ۵۰۰ rpm اضافه شد. در آزمایش دوم محلول دو جزئی کولین کلراید و مالئیک اسید با نسبت ۱:۱ سنتز و کالکوپریت را در دمای ۱۵۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت و سرعت ۵۰۰ rpm اضافه و لیچ شد. در آزمایش سوم محلول سه جزئی کولین کلراید، اوره و مالئیک اسید با نسبت‌های ۱:۱:۱ را سنتز شد و سپس کالکوپریت را در دماهای مختلف ۳۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت به محلول سنتز شده اضافه کرده و لیچ انجام گرفت. در آزمایش چهارم ۵ گرم کالکوپریت را با دستگاه پرس به شکل قرص با ضخامت ۰/۵ سانتی‌متر ساخته شد و سیم مسی با خمیر نقره به آن اتصال داده شد و به‌عنوان آند در محلول DES دو جزئی (کولین کلراید و اوره) استفاده شد و گرافیت نیز به عنوان کاتد در فرآیند الکترولیچینگ مورد استفاده قرار گرفت. همچنین در آزمایش پنجم با استفاده از ۳۰ گرم کالکوپریت، روغن سیلیکون و ۲ گرم گرافیت الکتروکیمیری کالکوپریت ساخته شد و از آن به عنوان آند استفاده گردید.

از اهداف پژوهش هم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ امکان سنجی انحلال کالکوپریت در محلول یوتکتیک دوتایی کولین کلراید و اوره
- ✓ انحلال الکتروشیمیایی کالکوپریت در محلول دوتایی (کولین کلراید و اوره) و سه تایی (کولین کلراید، اوره و مالئیک اسید)

یافته‌های پژوهش

جدول ۱ نتایج آزمایش‌های انجام گرفته در این تحقیق را نشان می‌دهد. طبق این نتایج در آزمایش اول لیچینگ کالکوپریت در محلول DES دوتایی کولین کلراید و اوره انجام نمی‌شود. به عبارت دیگر این محلول قادر به انحلال ماده مورد نظر نمی‌باشد. بازدهی برای مس ۰/۲۳ درصد و برای آهن ۰/۸ درصد حاصل شد. آزمایش دوم نشان می‌دهد که مس به ترتیب برابر با ۱۰۰/۷ و ۱۴۱/۷ در دمای ۱۵۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد. راندمان انحلال برای ۱۵۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۲۳ و ۴۸ درصد حاصل شد. نکته جالب اینجاست که با افزودن اوره به محلول دو جزئی کولین کلراید و مالئیک اسید انحلال مس در سه دمای ۳۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد برابر با ۷/۷، ۱۲/۹ و ۱۰/۱ ppm حاصل شد. این نتیجه نشان می‌دهد که اوره نقش مخربی در انحلال مس داشته و اجازه انحلال کالکوپریت را نمی‌دهد.

در آزمایش چهارم با اعمال پتانسیل ۴ ولت و جریان ۳۷ میکروآمپر، انحلال مس به صورت محدود صورت گرفت که پس از ۲۴ ساعت انحلال نیز مس در محلول بسیار کم بود. همچنین باید اشاره کرد که مقاومت قرص ساخته شده بسیار کم بود و در اثر اعمال پتانسیل کاملاً از بین رفت. همچنین برای اتصال بهتر بین ذرات کالکوپریت فرآیند حرارت دهی در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت و در اثر این فرآیند کالکوپریت تشویه شده و به اکسیدهای آن تبدیل گردید.