The 10th International Conference on Materials and Metallurgical Engineering
November 15-16 , 2021 / Online Tehran
دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی مواد و متالورژی ایران
پانزدهمین کنفرانس مشترک انجمن مهندسین متالورژی و انجمن ریخته گری ایران
بیست و پنجمین کنگره سالانه انجمن مهندسین متالورژی ایران
۲۵ و ۲۶ آبان ماه ۱۴۰۰/ تهران/ آنلاین
iMat2021

حذف عناصر ناخالصی آهن و مس از کنسانتره مولیبدنیت توسط محلول اسید نیتریک

حسین شالچیان[۱]، هادی نصیری[۲]

h.shalchian@um.ac.ir

چکیده

در این پژوهش فرایند حذف عناصر آهن و مس به عنوان ناخالصی موجود در کنسانتره مولیبدنیت بررسی شده است. آزمون‌های لیچینگ اسیدی در محلول اسید نیتریک انجام شد. اثر دما و غلظت اسید به عنوان متغیرهای اصلی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تعیین میزان حذف ناخالصی‌ها در شرایط مختلف لیچینگ و نیز میزان مولیبدن حل شده در محلول از آنالیز ICP استفاده شد. نتایج نشان داد که پس از ۵ ساعت لیچینگ در محلول اسید نیتریک ۰/۲۴ مولار و در دمای ۷۸ درجه سانتیگراد می‌توان آهن و مس موجود در کنسانتره مولیبدنیت را به طور کامل حذف نمود.

کلمات کلیدی: ناخالصی آهن و مس، کنسانتره مولیبدنیت، لیچینگ، اسید نیتریک

۱ استادیار گروه مهندسی متالورژی و مواد، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲ استادیار گروه مهندسی مواد، دانشکده مهندسی مکانیک و مواد، دانشگاه صنعتی بیرجند، بیرجند

۱- مقدمه

مولیبدنیت با فرمول شیمیایی MoS_2 که متداول ترین کانی مولیبدن است، به عنوان ماده اولیه تولید ترکیبات مولیبدن بوده که با استفاده از انواع روش‌های شیمیایی در تولید سایر ترکیبات مولیبدن مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱].

در حین فراوری سنگ معدن مس و تولید کنسانتره مولیبدنیت، مقداری ناخالصی همراه آن وجود خواهد داشت. از جمله مهمترین عناصر ناخالصی همراه مولیبدن، آهن و مس می‌باشند. حضور این دو ناخالصی باعث کاهش کیفیت کنسانتره مولیبدنیت شده و درنتیجه باعث افزایش هزینه‌های خالص سازی و پیچیده شدن مراحل بعدی تولید ترکیبات مولیبدن می‌شود. یکی از راه‌های کاهش مقدار ناخالصی‌ها در کنسانتره، استفاده از سیانید سدیم و یا ترکیبات جایگزین در حین فرایند فلوتاسیون است [۲]. سمی بودن این ترکیب باعث شده تا روش‌های گوناگون دیگری برای حذف این ناخالصی‌ها توسط محققین مورد مطالعه قرار گیرد که از آن جمله می توان به روش بیولیچینگ و روش سولفیداسیون به همراه لیچینگ اشاره کرد [۳-۵].

در این پژوهش از روش لیچینگ اسیدی با استفاده از محلول اسید نیتریک برای حذف ناخالصی‌های آهن و مس از کنسانتره مولیبدنیت استفاده شده است که گزارش نتایج اولیه در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲- مواد و روش تحقیق

کنسانتره مولیبدنیت مورد استفاده در این تحقیق از مجتمع مس سرچشمه تهیه شد. آنالیز شیمیایی کنسانتره مورد نظر در جدول ۱ آمده است. قبل از انجام آزمون های لیچینگ، روغن حاصل از مرحله فلوتاسیون موجود روی سطح ذرات توسط چند مرحله شستشو با استون و آب مقطر حذف شد [۶]. آزمون‌های لیچینگ در محلول اسید نیتریک در شرایط مختلف دما و غلظت اسید انجام شدند. مقدار کنسانتره مورد استفاده در تمامی آزمون ها ثابت و برابر ۱/۳ گرم بر لیتر بود. سرعت هم زدن نیز ۵۰۰ دور بر دقیقه انتخاب شد.

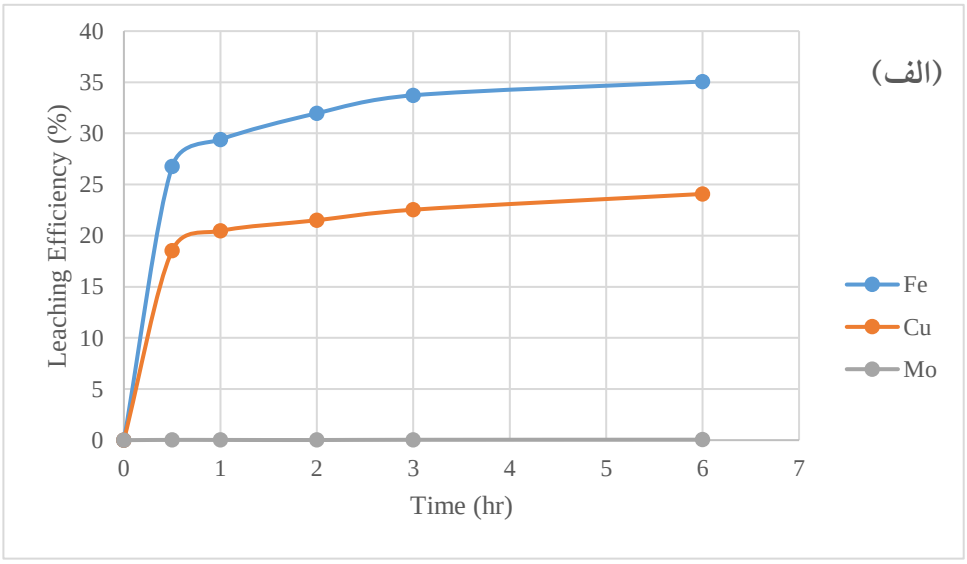
پس از انجام هر آزمون، نمونه گیری از محلول انجام شد و غلظت عناصر آهن، مس و مولیبدن در نمونه‌ها توسط روش ICP تعیین شدند. در نهایت با موازنه جرم، درصد انحلال مولیبدن و نیز حذف ناخالصی آهن و مس تعیین و نمودار میزان انحلال برحسب زمان رسم شد.

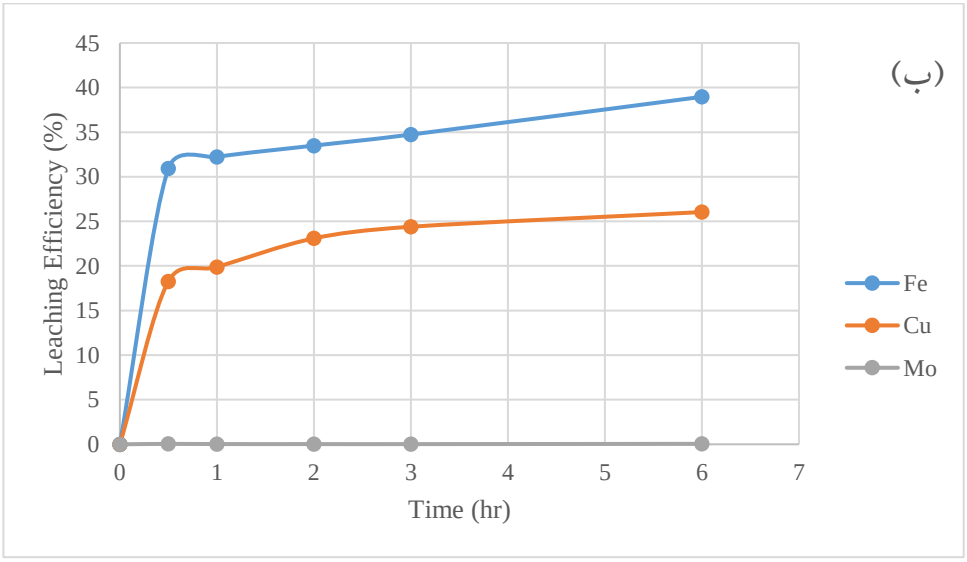
جدول ۱- آنالیز شیمیایی کنسانتره مولیبدنیت مورد استفاده در این تحقیق

	مولیبدن	آهن	مس	گوگرد	اجزای نامحلول
درصد وزنی	۵۵/۶	۰/۹۶	۰/۵۸	۳۸/۲۳	۴/۶۳

۳- نتایج و بحث

به منظور بررسی اثر غلظت اسید بر حذف ناخالصی ها و نیز انحلال مولیبدن، آزمون هایی در دو غلظت اسید ۰/۱۲ مولار و ۰/۳۶ مولار در دمای محیط انجام شد که نتایج آن در شکل ۱ آمده است. لازم به ذکر است که دمای محلول در تمامی این آزمون‌ها مقدار ثابت ۳۰ درجه سانتیگراد درنظر گرفته شد.



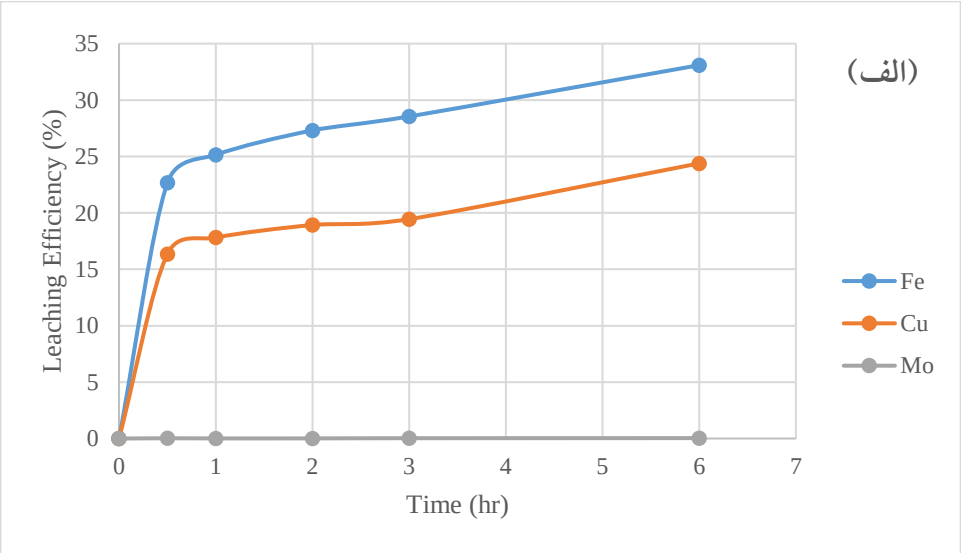


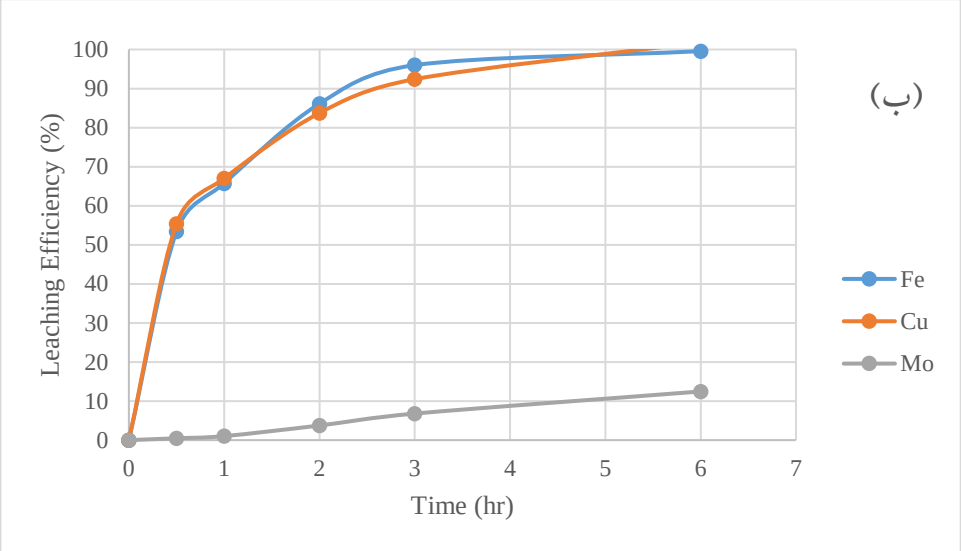
شکل ۱- درصد انحلال مولیبدن و ناخالصی های آهن و مس در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد در محلول اسید نیتریک (الف) ۰/۱۲ مولار، (ب) ۰/۳۶ مولار.

نتایج موجود در شکل ۱-الف نشان می دهد که پس از انحلال نسبتا سریع بخشی از ناخالصی های آهن و مس در زمان های ابتدایی، سرعت انحلال کاهش یافته و با شیب کمتری ادامه می یابد و پس از ۶ ساعت، حدود ۳۵ در صد آهن و ۲۵ در صد مس از کنسانتره حذف می شود. نتایج نشان می دهد که افزایش غلظت اسید تاثیر چندانی بر میزان حذف ناخالصی ها ندارد. به طوریکه از مقایسه نتایج شکل ۱-الف و شکل ۱-ب مشخص می شود که با سه برابر شدن غلظت اسید در دمای ثابت، میزان انحلال و حذف ناخالصی ها پس از ۶ ساعت، تنها به میزان تقریبی ۲ درصد برای مس و ۴ درصد برای آهن افزایش یافته است.

نکته مثبت حاصل از این نتایج میزان انحلال بسیار ناچیز مولیبدن در این آزمون ها است که نزدیک به صفر است.

به منظور بررسی اثر دما بر حذف ناخالصی های آهن و مس، آزمون های لیچینگ در دو دمای ۲۲ درجه سانتیگراد و ۷۸ درجه سانتیگراد انجام شدند. غلظت اسید نیتریک در تمامی این آزمون ها ثابت و برابر با میانگین غلظت اسید در قسمت قبل یعنی ۰/۲۴ مولار درنظر گرفته شد. نتایج میزان انحلال مولیبدن، آهن و مس برحسب زمان لیچینگ در شکل ۲ آمده است.





شکل ۲- درصد انحلال مولیبدن و ناخالصی های آهن و مس در محلول اسید نیتریک ۰/۲۴ مولار، در دمای (الف) ۲۲ درجه سانتیگراد، (ب) ۷۸ درجه سانتیگراد.

همانطور که در شکل ۲-الف مشخص است، در دمای نسبتا پایین ۲۲ درجه سانتیگراد، در ۳۰ دقیقه اول میزان حذف ناخالصی های آهن و مس با سرعت بیشتری انجام شده، اما پس از آن، شیب منحنی‌ها کاهش یافته، به طوریکه پس از ۶ ساعت فقط به میزان تقریبی ۳۳ درصد آهن و ۲۵ درصد مس از کنسانتره حذف شده است. نکته قابل توجه میزان انحلال بسیار ناچیز مولیبدن در این شرایط است که حتی پس از گذشت ۶ ساعت در صد انحلال آن تقریبا صفر ا ست که این به معنای بازیابی ن سبتا کامل مولیبدنیت در کیک فیلتر است.

شکل ۲-ب نشان می دهد که افزایش دما تا ۷۸ درجه سانتیگراد اثر قابل توجهی بر حذف دو ناخالصی آهن و مس دارد، به طوریکه پس از گذشت حدود ۵ ساعت از زمان لیچینگ، حذف کامل این دو عنصر از کنسانتره مولیبدنیت اتفاق می افتد. درکنار حذف کامل ناخالصی ها، دمای نسبتا بالای ۷۸ درجه سانتیگراد باعث انحلال حدودا ۱۰ درصدی مولیبدن در این شرایط شده است. به بیان دیگر، راندمان بازیابی مولیبدنیت در کیک فیلتر پس از ۵ ساعت حدود ۹۰٪ است.

با درنظر گرفتن مجموع نتایج فوق م شخص ا ست که دما عامل موثرتری در حذف ناخالصی های آهن و مس از کنسانتره مولیبدنیت در محلول اسید نیتریک است و یافتن چرایی آن، نیاز به بررسی عمیق تر ساز و کار واکنش های لیچینگ ترکیبات ناخالصی حاوی آهن و مس در شرایط فوق دارد که این موضوع توسط نویسندگان در دست بررسی است.

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش فرایند حذف عنا صر آهن و مس به عنوان ناخالا صی‌های موجود در کن سانتره مولیبدنیت سرچشمه با استفاده از محلول اسید نیتریک بررسی شد و نتایج زیر بدست آمد:

- افزایش غلظت اســـید نیتریک از ۰/۱۲ مولار تا ۰/۳۶ مولار اثر چندانی بر میزان حذف آهن و مس از کنسانتره مولیبدنیت ندارد.

- دما عامل موثری در حذف این دو عنصـــر ناخالصـــی اســـت به طوریکه افزایش دما از ۲۲ تا ۷۸ درجه سانتیگراد در مدت زمان ۶ ساعت باعث افزایش درصد حذف آهن و مس به ترتیب از حدود ۳۳ و ۲۵ درصد به حدود ۱۰۰ درصد شد.

۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان برخود لازم می‌دانند از مجتمع مس سرچشمه به دلیل تامین کنسانتره مولیبدنیت قدردانی نمایند.

۶- مراجع

1- R. F. Sebenik, A. R. Burkin, R. R. Dorfler, J. M. Laferty, G. Leichtfried, H. Meyer-Grünow, P. C. Mitchell, M.S. Vukasovich, D. A. Church, G. G. Van Riper, "Molybdenum and molybdenum compounds", Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, (2000).

2- Z. Yin, W. Sun, Y. Hu, J. Zhai, G. Qingjun, “Evaluation of the replacement of NaCN with depressant mixtures in the separation of copper molybdenum sulphide ore by flotation”, Separation and Purification Technology, 173, 9-16.

۳- زهرا منافی، رضا آتش دهقان، مریم کارگرراضی، «حذف بیولوژیکی مس از کنسانتره مولیبدنیت مجتمع مس سرچشمه»، نشریه پژوهش های شیمی کاربردی، شماره ۱۳، ۱۳۸۹، ۹۹-۱۰۳.

۴- هادی عبداللهی، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران، ۱۳۹۳.

5- R. Padilla, H. Letelier, M. C. Ruiz, “Copper Removal from Molybdenite by Sulfidation-Leaching Process”, TMS 2013 Annual Meeting, At: San Antonio, TX Volume: Materials Processing Fundamentals.

۶- حسین شالچیان، هادی نصیری، ابوالفضل باباخانی، معصومه ترابی پاریزی، «توسعه مدل سینتیکی برای پیش‌بینی رفتار انحلال مولیبدنیت فعال‌سازی‌شده به‌روش مکانیکی»، نشریه مهندسی متالورژی و مواد، شماره ۱، ۱۳۹۹، ۱-۱۸.