

بررسی لیچینگ غبار تشویه مولیدنیت

سعید جبارزاد^۱ و سعید عموشاهی فروشانی^۲

۱- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۲- کارشناس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

saeidjabbar@pmt.iaun.ac.ir

چکیده

به منظور استخراج رنیوم از غبار تشویه مولیدنیت، عملیات انحلال بر روی آن انجام می‌گیرد. رنیوم و مولیدن به صورت یون‌های پررئات و مولیدات درآمده که به کمک روش‌های مختلف تغلیظ می‌توان با جداسازی یون‌ها و نهایتاً کریستالیزاسیون به نمک‌های رنیوم رسید. در فرآیند انحلال که شروع فرآیند استخراج رنیوم است می‌توان از انحلال اسیدی، قلیایی و انحلال در حضور عوامل اکسیدکننده کمک گرفت. در این بررسی انحلال غبار تشویه مولیدنیت توسط اسید نیتریک، هیپوکلریت سدیم، برم، آب اکسیژنه، اکسیژن، هیدروکسید سدیم و هیدروکسید کلسیم بررسی و مناسب‌ترین محلول و غلظت آن از نظر بیشترین میزان انحلال رنیوم تعیین گردیده است.

واژه‌های کلیدی:

رنیوم، مولیدنیت، لیچینگ.

۱- مقدمه

پوشش اتصال‌های الکتریکی در برابر خوردگی سایشی ناشی از قوس الکتریکی و کاتدهای درجه حرارت بالا را نام برد [۲]. با توجه به میزان کم رنیوم در مواد اولیه آن صرفاً روش‌های هیدرومتالورژی جهت استخراج آن پیشنهاد می‌گردد. این فرآیندها مشتمل بر عملیات انحلال سپس تغلیظ به کمک یکی از روش‌های ذغال فعال، رزین تعویض یونی و استخراج حلالی و نهایتاً فرآیند کریستالیزاسیون می‌باشد.

رنیوم نادرترین عنصر در پوسته زمین بوده که مینرال خاصی نداشته و به عنوان یک محصول جنبی در فرآیند استخراج مس، سرب، اورانیوم، روی و منگنز مطرح می‌باشد [۱]. از کاربردهای مهم این فلز می‌توان استفاده در فیلامنت در دستگاه‌های اسپکتروگرافی، المنت‌های مقاوم حرارتی در کوره‌های با درجه حرارت بالا، قابلیت بالا در برابر تبلور مجدد در شرایط گرمای بالا، در ترموکوپل‌های مورد استفاده در دمای بالا، به صورت

جدول (۱): نتیجه آزمایش XRF غبار تشویه مولیدنیت.

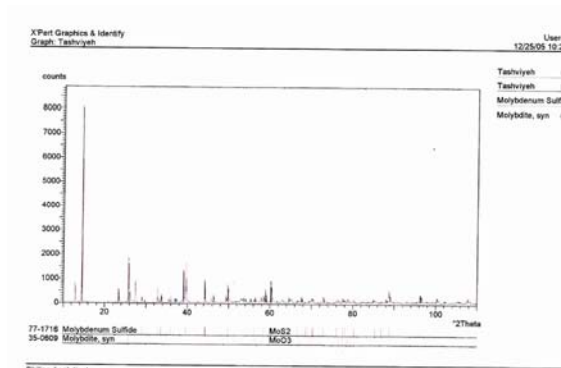
Compound	Wt%	StdErr	EL	Weight%	Stderr
MoO ₃	۳۱/۶۹	۰/۹۳	Mo	۲۱/۱۰	۰/۶۲
S	۱۴/۲۰	۰/۱۷	S	۱۴/۲۰	۰/۱۷
F	۳/۴۷	۱/۲۰	F	۳/۴۷	۱/۲۰
Fe ₂ O ₃	۱/۷۱	۰/۰۶	Fe	۱/۲۰	۰/۰۵
CuO	۱/۰۱	۰/۰۵	Cu	۰/۸۰۷	۰/۰۴۰
SiO ₂	۰/۸۴۵	۰/۰۴۲	Si	۰/۳۹۵	۰/۰۲۰
Re ₂ O ₇	۰/۶۲۴	۰/۰۲۹	Re	۰/۴۸۰	۰/۰۲۳
ZnO	۰/۵۸۲	۰/۰۲۹	Zn	۰/۴۶۰	۰/۰۲۳
SeO ₂	۰/۵۰۱	۰/۰۲۵	Se	۰/۳۵۷	۰/۰۱۸
P ₂ O ₅	۰/۳۱۷	۰/۰۲۴	Px	۰/۱۳۸	۰/۰۱۱
PbO	۰/۳۱۲	۰/۰۱۶	Pb	۰/۲۹۰	۰/۰۱۴
CaO	۰/۳۱۱	۰/۰۱۶	Ca	۰/۲۲۳	۰/۰۱۱
MgO	۰/۲۲۷	۰/۰۴۳	Mg	۰/۱۳۷	۰/۰۲۶
Al ₂ O ₃	۰/۱۳۰	۰/۰۴۲	Al	۰/۰۶۹	۰/۰۲۲
TiO ₂	۰/۰۶۳۲	۰/۰۰۷۷	Ti	۰/۰۳۷۹	۰/۰۰۴۶
ZrO ₂	۰/۰۵۵۰	۰/۰۰۳۷	Zr	۰/۰۴۰۷	۰/۰۰۲۷
K ₂ O	۰/۰۳۰	۰/۰۱۱	K	۰/۰۲۴۶	۰/۰۰۸۸
SrO	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۱۹	Sr	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۱۶

مناسب‌ترین محلول و مناسب‌ترین غلظت آن از لحاظ اینکه بیشترین مقدار رنیوم حل گردد اولین گام به‌منظور این فرآیند استخراجی می‌باشد.

۲- روش تحقیق

ماده اولیه مورد استفاده غبار تشویه مولیدنیت مس سرچشمه بوده که نتیجه آزمایش XRD مربوط به آن در شکل (۱) و نتیجه آزمایش XRF مربوط به آن در جدول (۱) آورده شده‌است.

با توجه به میزان کم رنیوم حتی در غبار تشویه مولیدنیت روش XRD قادر به تشخیص ترکیب‌های مربوط به آن نبوده‌است ولی در آزمایش XRF وجود ترکیب اکسید رنیوم تأیید گردیده‌است. برای تعیین شرایط بهینه انحلال غبار تشویه مولیدنیت مس سرچشمه از آزمایش‌های ناپوسته استفاده گردیده‌است. برای این منظور انحلال در حضور اسید نیتریک، هیوکلریت سدیم، برم، آب اکسیژنه، اکسیژن،



شکل (۱): نتیجه آزمایش XRD غبار تشویه مولیدنیت.

محصول نهایی نمک رنیوم به‌صورت پررئات پتاسیم یا پررئات آلومینیوم خواهد بود که خود، ماده اولیه‌ای برای تولید رنیوم فلزی طی یک فرآیند احیاء می‌باشد [۳].

در صنایع تولید مس از کانه سولفیدی در طی فرآیند فلوتاسیون، سولفید مس رسوب کرده و مولیدنیت که حاوی سولفید مولیدن و سولفید رنیوم می‌باشد در سطح سلول شناور می‌گردد. پس از جداسازی مولیدنیت به‌منظور تولید فرومولیدن عملیات تشویه بر روی مولیدنیت انجام می‌گیرد. در طی این فرآیند مولیدن و رنیوم اکسید می‌گردند منتها چون فشار بخار اکسید رنیوم بالا می‌باشد به‌صورت گاز از کوره تشویه خارج و همراه با ذرات ریز تشویه‌شده و تشویه‌نشده در فیلترها و بک فیلترها جمع‌آوری می‌گردد [۴]. این غبارهای جمع‌آوری گردیده، ماده اولیه مناسبی جهت تولید رنیوم فلزی می‌باشد.

در هر فرآیند هیدرومتالورژی برای استخراج رنیوم لازم است ابتدا عملیات انحلال بر روی ماده اولیه انجام گیرد [۵]. در این شرایط حداکثر میزان انحلال رنیوم مدنظر است. با توجه به قابلیت انحلال بالای اکسید رنیوم می‌توان از انحلال اسیدی، انحلال قلیایی و انحلال در حضور عوامل اکسیدکننده استفاده نمود [۶]. در فرآیند استخراج رنیوم از غبار تشویه مولیدنیت نیز ابتدا لازم است غبار تشویه تحت فرآیند انحلال قرار گیرد. تعیین

۳-۴- حل سازی توسط آب اکسیژنه

با افزایش میزان آب اکسیژنه به دلیل تلاطم زیاد و پاشش محلول تماس حلال و حل شونده مناسب نبوده که باعث کاهش میزان انحلال و افزایش میزان این عوامل می‌گردد. این آزمایش به‌ازاء درصدهای متفاوت آب اکسیژنه انحلال انجام گرفته که تغییرات درصد رنیوم و مولیدن حل شده بر حسب درصد آب اکسیژنه در شکل (۵) نشان داده شده‌است.

۳-۵- حل سازی توسط اکسیژن

با افزایش میزان اکسیژن به دلیل تلاطم زیاد و پاشش محلول تماس حلال و حل شونده مناسب نبوده که باعث کاهش میزان انحلال و افزایش میزان این عوامل می‌گردد. در این آزمایش به‌ازاء فشارهای متفاوت اکسیژن انحلال انجام گرفته که تغییرات درصد رنیوم و مولیدن حل شده بر حسب فشار اکسیژن در شکل (۶) نشان داده شده‌است.

۳-۶- حل سازی توسط هیدروکسید سدیم

در انحلال در حضور هیدروکسید سدیم با افزایش حلال میزان انحلال نیز افزایش می‌یابد ولی پس از ۱۰ درصد به دلیل زیاد بودن حلال نرخ انتقال حلال به سطح ذرات کاهش یافته‌است. در این آزمایش به‌ازاء درصدهای متفاوت هیدروکسید سدیم انحلال انجام گرفته که تغییرات درصد رنیوم و مولیدن حل شده بر حسب درصد هیدروکسید سدیم در شکل (۷) نشان داده شده‌است.

۳-۷- حل سازی توسط هیدروکسید کلسیم

در انحلال در حضور هیدروکسید کلسیم به دلیل واکنش یون کلسیم با یونهای رنیوم و مولیدن میزان انحلال حتی نسبت به آب مقطر نیز کمتر است. در این آزمایش به‌ازاء درصدهای متفاوت هیدروکسید کلسیم انحلال انجام گرفته که تغییرات درصد رنیوم و مولیدن حل شده بر حسب درصد هیدروکسید کلسیم در شکل (۸) نشان داده شده‌است.

هیدروکسید سدیم و هیدروکسید کلسیم انجام گرفته و در هر آزمایش انحلال ۴۰ گرم غبار تشویه با ۴۰۰ CC محلول در ظرف با حجم ۵۰۰ CC در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان ۲ hr و در دستگاه همزن با سرعت ۲۰۰ rpm در غلظت مشخص از حلال‌ها انجام گرفته‌است و شرایط بهینه انحلال به کمک آنالیز نمونه‌ها و رسم نمودارهای مربوطه صورت گرفته‌است.

۳- نتایج و مباحث**۳-۱- حل سازی توسط اسید نیتریک**

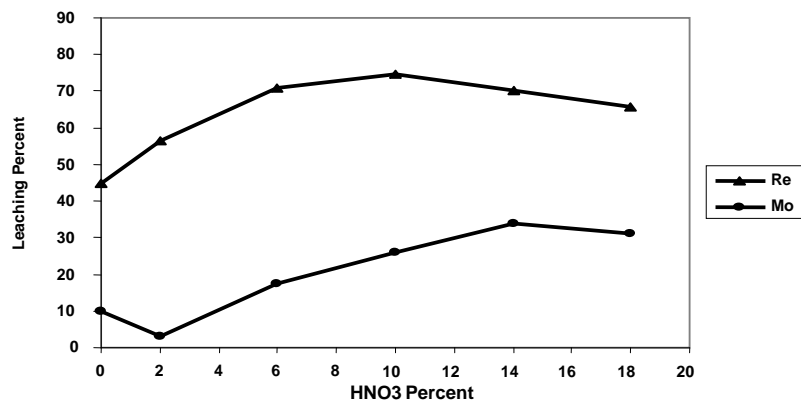
در انحلال در حضور اسید نیتریک با افزایش حلال میزان انحلال نیز افزایش می‌یابد ولی پس از ۱۰ درصد به دلیل زیاد بودن حلال نرخ انتقال حلال به سطح ذرات کاهش یافته‌است. در این آزمایش به‌ازاء درصدهای وزنی متفاوت اسید نیتریک انحلال انجام گرفته که تغییرات درصد رنیوم و مولیدن حل شده بر حسب درصد اسید نیتریک در شکل (۲) نشان داده شده‌است.

۳-۲- حل سازی توسط هیپوکلریت سدیم

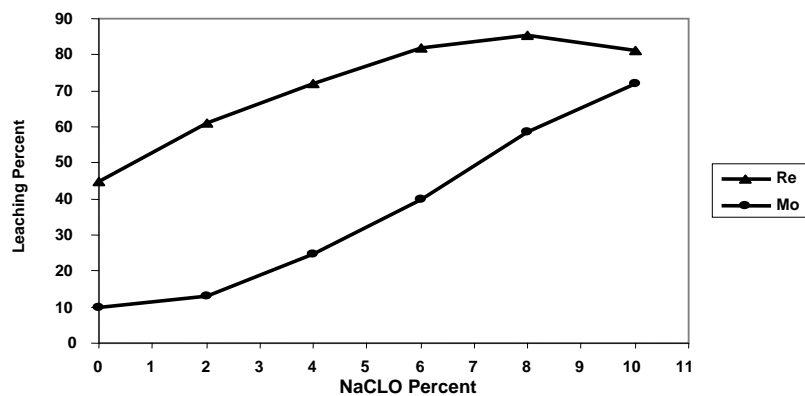
در انحلال در حضور هیپوکلریت سدیم تا حد ۸ درصد با افزایش حلال میزان انحلال نیز افزایش می‌یابد و پس از آن به دلیل کاهش انتقال حلال به سطح ذرات میزان انحلال کاهش یافته‌است. در این آزمایش به‌ازاء درصدهای وزنی متفاوت هیپوکلریت سدیم انحلال انجام گرفته که تغییرات درصد رنیوم و مولیدن حل شده بر حسب درصد هیپوکلریت سدیم در شکل (۳) نشان داده شده‌است.

۳-۳- حل سازی برم

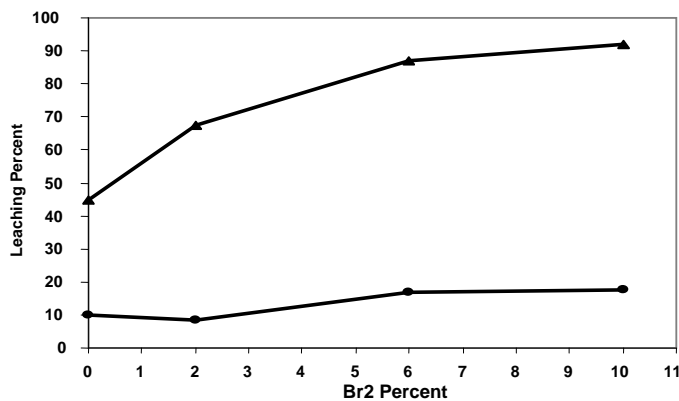
برم عامل اکسنده قوی می‌باشد که با افزایش غلظت آن میزان انحلال نیز افزایش یافته و پس از حدی نرخ انتقال برم به سطح کاهش می‌یابد. در این آزمایش به‌ازاء درصدهای متفاوت برم انحلال انجام گرفته که تغییرات درصد رنیوم و مولیدن حل شده بر حسب درصد برم در شکل (۴) نشان داده شده‌است.



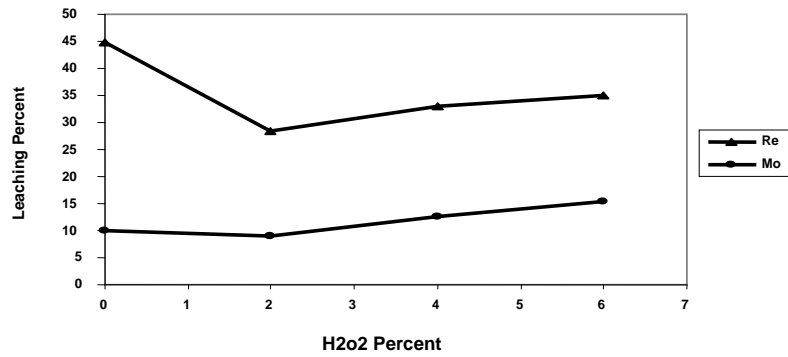
شکل (۲): تغییرات درصد رنیوم و مولیبدن حل شده بر حسب درصد اسید نیتریک.



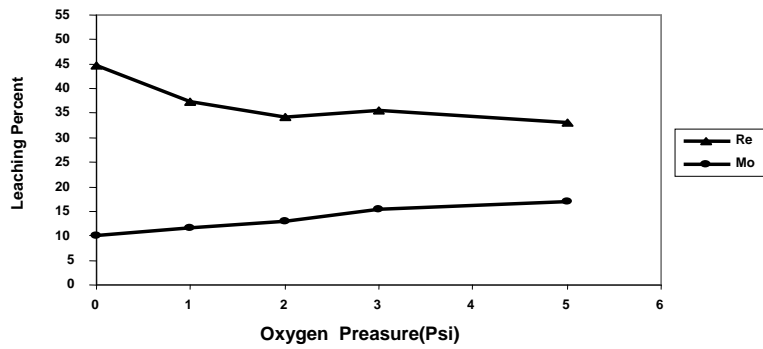
شکل (۳): تغییرات درصد رنیوم و مولیبدن حل شده بر حسب درصد هیپوکلریت سدیم.



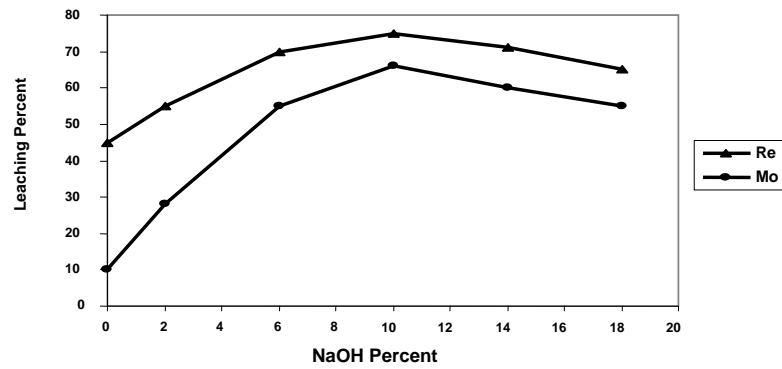
شکل (۴): تغییرات درصد رنیوم و مولیبدن حل شده بر حسب درصد برم.



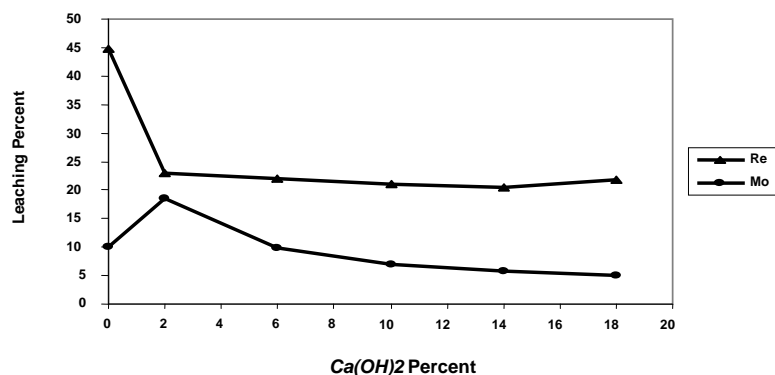
شکل (۵): تغییرات درصد رنیوم و مولیبدن حل شده بر حسب درصد آب اکسیژنه.



شکل (۶): تغییرات درصد رنیوم و مولیبدن حل شده بر حسب فشار اکسیژن.



شکل (۷): تغییرات درصد رنیوم و مولیبدن حل شده بر حسب درصد هیدروکسید سدیم.



شکل (۸): تغییرات درصد رنیوم و مولیبدن حل شده بر حسب درصد هیدروکسید کلسیم.

۴- نتیجه گیری

۱- در انحلال توسط اسید نیتریک در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد مناسب ترین غلظت HNO_3 ۱۰٪ است که ۷۴/۵٪ رنیوم حل گردیده است.

۲- در انحلال توسط هیپوکلریت سدیم در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد مناسب ترین غلظت NaClO ۸٪ است که ۸۵/۴٪ رنیوم حل گردیده است.

۳- در انحلال توسط برم در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد مناسب ترین غلظت Br_2 ۱۰٪ است که ۹۲٪ رنیوم حل گردیده است.

۴- آب اکسیژنه، اکسیژن و هیدروکسید کلسیم عوامل مناسبی برای انحلال غبار تشویه مولیبدنیت نمی باشد.

۵- در انحلال توسط هیدروکسید سدیم در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد مناسب ترین غلظت NaOH ۱۰٪ است که ۷۵٪ رنیوم حل گردیده است.

۵- مراجع

- [1] L. J. Alverson, "Rhenium", Mineral Commodity Profiles, 1979.
- [2] R. E. Kirk and D. F. Othmer, "Encyclopedia of Chemical Technology", Vol. 17. John Wiley and Sons, Inc, 1965.
- [3] A. D. Melaven, "Rare Metals Handbook", Reinhold Publishing co., 1954.
- [4] P. R. Ammann and T. A. Loose, "Rhenium Volatilization During Molybdenite Roasting", Metall Trans., 3, pp. 1020-1022, 1972.
- [5] X. lan, S. Liang and Y. Sang, "Recovery of Rhenium from Molybdenite Calcine by a Resin-in-Pulp Process", Hydrometallurgy, No. 82, pp. 133-136, 2006.
- [6] D. Jafarifar, M. R. Daryanavard and S. Sheibani, "Ultra Fast Microwave-Assisted Leaching for Recovery of Platinum from Spent Catalyst", Hydrometallurgy, No. 78, pp. 166-171, 2005.