مروری بر فروآوری مجدد کانه‌های کرومیت به روش فلوتاسیون

حدیث سلیمانی کهنوج

گروه مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی همدان

soleimani313.h77@gmail.com

هفته ملی پژوهش و فناوری

نمایشگاه هفته پژوهش و فناوری
دانشگاه صنعتی همدان
آذر1402

چکیده

هدف از این پژوهش پرعیارسازی باطله‌ی کارخانه‌های فرآوری کرومیت به روش فلوتاسیون می‌باشد. باتوجه به اینکه فرآوری این ذرات ریز به روش‌های ثقلی کارایی پایینی دارد پس از روش فلوتاسیون استفاده خواهد شد به عبارت دیگر کرومیت هدر رفته در باطله‌ها بازیابی خواهد شد. در نهایت شرایط بهینه فلوتاسیون برای رسیدن به حداکثر بازیابی تعیین می‌شود.

واژه های کلیدی : باطله کارخانه فرآوری کرومیت، فلوتاسیون، باطله کرومیت، پرعیارسازی کرومیت

مقدمه

روش‌های پرعیارسازی کرومیت

-روش سنگجوری

کلوخه‌های با عیار بالای استخراج شده سنگ معدن کرومیت به صورت دستی و توسط کارگران سنگ جوری شده و سنگ‌های پر عیار که معمولاً براساس رنگ ظاهری آنها مشخص می‌گردند، توسط کارگران به کنار نهاده شده و جدا می‌شوند. این روش به دلیل استفاده از خاصیت ظاهری کلوخه‌های کرومیت (رنگ آنها) و در نتیجه تجربی بودن آنها، دقت بالائی نداشته و لذا راندمان آن کم می‌باشد.

-روش ثقلی

روش‌های ثقلی از قدیمی‌ترین و متداول‌ترین روش‌های پرعیارسازی مواد معدنی می‌باشند. به طورکلی ابتدا از طریق درجه بندی (دست چین کردن)، شستشو، سرند کردن، خرد کردن و آسیا نمودن سنگ ها، کانه کرومیت را جدا نموده و سپس از طریق روش‌های پرعیارسازی ثقلی اقدام به تولید کنسانتره کرومیت با دانه بندی مختلف می‌کنند[۳].

در واحدهای فرآوری کرومیت داخل کشورما برای پرعیارسازی نهایی کرومیت عمدتاً از جیگ‌ها و اسپیرال استفاده می‌شود.

-روش های مغناطیسی

در اکثر صنایع مصرف‌کننده کرومیت، عیار بالاتر از ۴۲ درصد مطلوب است و مقادیر بالاتر از ۴۴ درصد ارزش بسیار زیادی دارد. با توجه به اینکه ذرات ریز کرومیت حاصل از استخراج و یا پسماند تولید ماسه کرومیتی عیار نسبتا کمی دارند، در بازار قابل عرضه نیستند و باید پرعیارسازی انجام شود. از آنجا که کرومیت نوعی کانی پارامغناطیس است، یکی از روش‌های پرعیارسازی آن جدایش مغناطیسی است اما فرآوری ذرات ریز کرومیت با روش مغناطیسی گرادیان پایین مشکل‌ساز خواهد بود[۲].

-روش فلوتاسیون

این روش در ابتدا برای پرعیار سازی کانه های سولفوره مس، سرب و روی مورد استفاده قرار گرفت و سپس در آرایش کانه های اکسیده و غیر فلزی نیز گسترش یافت. روش فلوتاسیون مقرون به صرفه است زیرا پرعیار کردن مواد معدنی با روش های فیزیکی بر اساس وزن مخصوص کارایی بسیار پایینی دارد و بازیابی بیشتر از ۳۰ تا ۴۰ درصد نمی شود در حالیکه بازیابی این مواد توسط فلوتاسیون به ۸۰ تا ۹۰ درصد می‌رسد. بازیابی ذرات فوق ریز کروم در باطله کارخانه های فرآوری کرومیت تنها به روش فلوتاسیون قابل بازفرآوری می باشد [۵].

روش‌های ثقلی عموماً به دلایل اقتصادی برای بهره‌برداری از کرومیت استفاده می‌شوند، با این وجود بخش‌های بسیار ریز آن‌ها (کمتر از ۰.۱ میلی‌متر) به‌عنوان باطله دور ریخته می‌شوند. هدر رفت باطله‌ی کارخانه‌های فراوری ثقلی در جهان به میلیون‌ها تن می‌رسد. در حین تغلیظ کرومیت به روش‌های ثقلی امکان انتقال ذرات ریز کرومیت به باطله وجود دارد، در صورت بازیابی این ذرات با کارخانه اصلی، بازیابی کلی کارخانه افزایش می‌یابد و ارزش افزوده مازادی ایجاد می‌شود مانند تغلیظ تمام مواد معدنی دیگر، باطله‌های کرومیت بسیار ریز نیز باید با بازیافت بالا ارزیابی شوند. بنابراین، روش فلوتاسیون به عنوان یک فرآیند ضروری برای بازیابی ذرات بسیار ریز کرومیت بسیار مفید است[۱]. به منظور تغلیظ مجدد باطله‌های کرومیت کم عیار، مهم است که آن‌ها را با آسیا کردن به اندازه ذرات ریز آزاد کنید. کانی‌های کرومیت کم عیار را می‌توان با روش‌های زیادی تغلیظ کرد، اما انتخاب اقتصادی‌ترین و مناسب ترین روش مهم است.[۲]

پیشینه تحقیق

طی پژوهش دنیز (۲۰۲۰)، اثرات برخی از کلکتورهای کاتیونی بر روی فلوتاسیون کرومیت، به ویژه در pH پایین، مورد بررسی قرار گرفت و بیان شد که، زمان آماده سازی و مقدار pH پایین با استفاده از H2SO4 تأثیر مهمی بر بازیابی و عیار کنسانتره کرومیت دارد. گالیوس و همکاران، ۲۰۰۷ رفتار سنگ معدن کرومیت و جداسازی کرومیت از سرپانتین را با استفاده از فرآیند فلوتاسیون بررسی کردند. نتایج تجربی پژوهش آن‌ها نشان داد که اولئات سدیم به‌عنوان کلکتور در محیط قلیایی، نقش بسیار مهمی در فرآیند فلوتاسیون سنگ معدن کرومیت با عیار پایین دارد. فلوتاسیون یک تکنیک بسیار خوب است و نتایج قابل توجهی برای درجه بندی بالا سنگ معدن کرومیت به دست می‌دهد. مشکل از آنجا به وجود می‌آید که از مواد شیمیایی مختلفی استفاده می‌شود که سازگار با محیط زیست نیستند. جدای از آن، این فرآیند کاملاً به ماهیت کانی‌های گنگ بستگی دارد. جداسازی سنگ معدن کرومیت حاوی سرپانتین به عنوان کانی گنگ به دلیل پدیده‌های سطحی مشابه هر دو کانی بسیار دشوار است. انتخاب کلکتور در این فرآیند مهم است که توسط pH محیط مورد بررسی کنترل می‌شود [۱].

تریپاثی و همکاران (۲۰۱۲)، طی پژوهشی گزارش کردند که، مقادیر زیادی از کرومیت با اندازه ریز به طور طبیعی در طول تولید و فرآوری به صورت باطله هدر می‌رود و این باعث خطرات شدید زیست محیطی و همچنین هدررفت میزان کرومیت به دلیل محتوای بالای کرومیت موجود در باطله‌ها می‌شود. ولادیمیرویچ (۲۰۲۱) بیان کرد که، فرآیند استخراج باطله‌های موجود پیچیده است و اصول اصلی فرآوری ثقلی را در نظر نمی‌گیرد، در نتیجه دستگاه استخراج جریانی با اندازه ذرات ۰.۰۳۸ میلی متر تا ۱.۰۰۰ میلی متر دریافت می‌کند به طوری که دانه‌های سنگ بزرگ وارد کنسانتره می‌شوند و دانه‌های ریز کرومیت وارد باطله می‌شوند[۲].

موکادزه و همکاران (۲۰۲۱)، مطالعه‌ای با هدف کاهش کروم در خوراک کوره ذوب PGM از ۳.۶ درصد وزنی به سطوح زیر ۱.۸ درصد وزنی، با استفاده از شرایط آبشویی با انرژی کمتر انجام دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که دبی اکسیژن و اثر متقابل دما، زمان و غلظت اسید بر استخراج کروم اثر مثبت اما حداقلی دارند[۳]. باندری و همکاران (۲۰۲۲)، طی مطالعه‌ای بیان کردند که، فلوتاسیون یک روش بسیار خوب است و نتایج قابل توجهی برای درجه بندی بالا سنگ معدن کرومیت به ما می‌دهد. مشکل از آنجاست که از مواد شیمیایی مختلفی استفاده می‌شود که سازگار با محیط زیست نیستند. جدای از آن، این فرآیند کاملاً به ماهیت کانی‌های گنگ بستگی دارد[۴]. پژوهش سیگوش و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که، پرعیارسازی با فلوتاسیون در شرایطی که ذرات دارای دامنه اندازه متوسط باشند، مؤثر است[۵].

منابع

[1] Deniz, V. (2020). Application of multiple linear regression (MLR) analysis for concentration of chromite tailings by the flotation, Physicochem. Probl. Miner. Process, 56(4), 2020, 579-589.

[2] DENIZ, Vedat. (2019). Evaluation by Multi Gravity Separator (MGS) of a Low Grade Chromite Tailing From Yesilova-Burdur (Turkey). Journal of the Polish Mineral Engineering Society.

[3] Vladimirovich, B. I. (2021). Beneficiation of fine chromite slurry at Donskoy Mining and Beneficiation Plant JSC on concentration tables to produce hard chromite pellets, Materials of International Practical Internet Conference “Challenges of Science”,IssueIV.

[4] Mokadze1, A. M. Ndlovu1, S. Shemi1, A. Dworzanowsk, M. (2021). The Reduction of Chrome in UG-2 Flotation Concentrate by Hydrometallurgical Means. International Journal of Mineral Processing and Extractive Metallurgy, https://www.mdpi.com/journal/minerals, 6(3): 41-52.

[5] Bhandary, A. K. Mukherjee, S. Dey, R. And chaudhuri, M. Gh. (2022). Mineralogical studies and optimization of tabling parameters of low grade chromite ore by box behnken design of experiments. Journal of Metals, Materials and Minerals, Vol. 32, No. 4, pp. 174-185.

تایید استاد راهنما

نام و امضا استاد راهنما :

تایید تحصیلات تکمیلی :