



تأثیر درجه آزادی و نوع قفل شدگی کانیهای حاوی مس در بازیابی مدار

فلوتاسیون کارخانه فرآوری مجتمع مس سرچشممه

حمید رضا ایرانمنش^{1*}، مینو بهروز²، صمد بنیسی³

- کارشناس ارشد مهندسی فرآوری مواد معدنی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
- پژوهشگر ارشد، امور مطالعات و تحقیقات مجتمع مس سرچشممه
- دانشیار دانشگاه شهید باهنر کرمان، بخش مهندسی معدن

iranmanesh1974@yahoo.com

چکیده

بازیابی کانیهای با ارزش به چندین عامل بستگی دارد. همراه با کاهش ابعاد سنگ معدن، کانیهای با ارزش به صورت آزاد نمایان می‌شوند. در عمل، آزادسازی کامل کانیها به ندرت حاصل می‌شود حتی اگر سنگ معدن به اندازه ابعاد دانه‌های کانی مدنظر خرد شود. بنابراین تعیین درجه آزادی کانیهای با ارزش سنگ معدن آسیا شده، برای مشخص کردن کارائی مرحله نرم کنی و عملکرد فرآیند جدایش در فرآوری مواد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از انجاییکه در فرآیندهای پرعيارسازی مواد، برخی از ذرات با ارزش به باطله راه پیدا می‌کنند، می‌توان فرار این نوع ذرات را به هر یک از عملیاتهای خردایش و جداسازی نسبت داد. درجه آزادی و توزیع نوع قفل شدگی ذرات با ارزش در خوراک و باطله فرآیندهای پرعيارکنی به عملکرد فرآیندها وابسته می‌باشد. در این ارتباط، عملکرد کارخانه پرعيارکنی مجتمع مس سرچشممه از بدترین تا بهترین وضعیت بازیابی عنصر مس سولفوری، در 5 ماه کاری، در نظر گرفته شد.

در مطالعات کانی شناسی مقطع صیقلی، پنج نوع قفل شدگی تشخیص داده شد. به منظور کاهش خطای محاسبه درجه آزادی، نسبت ماده معدنی به واسطه قالب‌گیری برای ساخت مقاطع صیقلی 4 به 11 انتخاب شد.

با توجه به داده‌های بدست آمده، درجه آزادی مناسب برای کانیهای با ارزش در خوراک و روودی سلولهای پرعيارکنی اولیه، $1/4 \pm 5.7\%$ مناسب تشخیص داده شد و مشخص گردید که با افزایش 2/2٪ بازیابی، میزان ذرات با ارزش آزاد در باطله 15٪ کاهش می‌یابد که در ابعاد ذرات کوچکتر از 400 مش، با افزایش 2/2٪ بازیابی، میزان ذرات با ارزش آزاد در باطله 28٪ کاهش می‌یابد خصوصاً برای کانی کالکوسیت این کاهش به 72٪ می‌رسد. همچنین مشخص گردید که شکل قفل شدگی ذرات حاوی کانیهای مس، تأثیری در افزایش بازیابی ایجاد نکرده و روند فراوانی آنها در خوراک و باطله در محدوده‌های ابعادی مورد نظر، مشابه یکدیگر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: درجه آزادی، بازیابی، سرچشممه

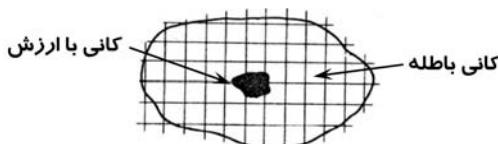
* کرمان، بلوار جمهوری اسلامی، دانشکده فنی و مهندسی، بخش مهندسی معدن، تلفن: 0341 211 2764



مقدمه

بازیابی اقتصادی کانیهای با ارزش به چندین عامل بستگی دارد. در خردایش مهمترین عامل، قابلیت خردایش است که خود شامل عملیات سنگشکنی و نرمکنی می‌شود. یکی از اهداف این فرآیندها، آزادسازی (Liberation) یا رهاسازی(Release) کانیهای با ارزش از کانی‌های باطله در بزرگترین انبعاد ذره ممکن می‌باشد [1]. همراه با کاهش انبعاد سنگ معدن، کانیهای با ارزش جدا می‌شوند که به ذرات آزاد یا آزاد شده معروف می‌باشند. به کلیه این مراحل، فرآیند آزادسازی گفته می‌شود.

در عمل، آزادسازی کامل کانیهای با ارزش به ندرت حاصل می‌شود، حتی اگر سنگ معدن به اندازه انبعاد دانه‌های کانی مدد نظر خرد شود [2] (شکل 1). شکل 1 تکه‌ای از سنگ معدن را نشان می‌دهد که به تعدادی از مکعبهایی با حجم و اندازه‌ای برابر با دانه‌های کانی مشاهده شده، خرد شده است [1].



شکل 1- قفل شدگی کانی با ارزش و گانگ [1]

ذراتی که شامل هر دوی کانیهای با ارزش و باطله باشند بعنوان ذرات میانی(Middling) یا قفل شده(Locked) شناخته می‌شوند و بیشتر مشکلات جدایش کانی با ارزش، به رفتار این نوع ذرات در فرآیند جدایش مربوط می‌شود [3].

درجه آزادی(Degree of Liberation) به درصدی از کانی مدد نظر که بصورت ذرات آزاد ظاهر شده است، اطلاق می‌گردد. در صورت وجود پیوندهای ضعیف بین دانه‌های کانی با ارزش و دانه‌های باطله، درجه آزادی بالا می‌تواند حاصل شود. در تحقیقات اخیر، جهت افزایش درجه آزادی کانیها، وارد کردن نیرو در مرز مشترک بین دانه‌های کانی با ارزش و گانگ مورد بررسی قرار گرفته است [1,3].

با توجه به مفهوم شکست، دو نوع آزادسازی می‌تواند وجود داشته باشد. اول، زمانی که فصل مشترک بین دانه‌ها ضعیف است و شکست بین دانه‌ای(Intergranular) روی می‌دهد. دوم، زمانی است که شکستگی درون دانه‌ای(Transgranular) یا خارج از فصل مشترک اتفاق می‌افتد. این نوع شکست رایج‌ترین نوع شکست است [3].



محاسبه درجه آزادی با مطالعه میکروسکپی مقاطع صیقلی

برای محاسبه درجه آزادی می‌توان از بررسی مقاطع صیقلی استفاده کرد، بدین معنی که با مشاهده مستقیم ذره می‌توان آزاد بودن یا قفل شدگی دانه‌های ذرات را مشاهده کرد و با محاسبه نسبت سطح کانی با ارزش آزاد به کل سطح کانی با ارزش مشاهده شده، درجه آزادی را تخمین زد. از آنجاییکه اصولاً محاسبه درجه آزادی باید بر حسب حجم ذرات باشد، یعنی بصورت سه بعدی صورت گیرد ولی بررسی مقاطع یک بعدی و یا دو بعدی می‌باشند در نتیجه خطاهایی در این نوع اندازه‌گیری به نام خطای بعد سوم (Stereology) وجود خواهد داشت [8].

آنالیز کننده‌های تصویری بسته‌های نرم افزاری می‌باشند که با آنالیز طیفهای رنگی سطوح پیکسلی، سطوح دانه‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند [5]. پیشرفتهای بعمل آمده در آنالیز تصویری تصاویر چشمی، بطور عملی امکان استفاده از تصاویر رنگی حقیقی را به وجود آورده و موجب شده است که روش آنالیز تصویری بیشتر مورد توجه قرار گیرد [6, 7].

روش تصویر برداری باید قادر به تشخیص فازهای کانیهای مختلف و متمایز کردن فازها از واسطه قالب‌گیری باشد. تصاویر میکروسکپ چشمی که اساس تشخیص آنها خاصیت انعکاسی بالای یک طیف روشن، یا لایه‌های رنگی منفرد، می‌باشد، ارزش کمتری نسبت به تصاویر دیجیتالی دارد [5].

تصاویر دیجیتالی همان سیگنالهای دریافتی از ماده می‌باشد که توسط آشکار ساز (Detector) دستگاه‌های میکروسکپ الکترونی پوششی (Scanning Electronic Microscope) ایجاد می‌شوند. برای بدست آوردن تصاویر دیجیتالی از ذرات نمونه ابتدا یک باریکه الکترونی به سطح نمونه تابیده شده واز برخورد با نمونه سه نوع سیگنال می‌توان دریافت کرد که از این طریق می‌توان شکل ذرات را به صورت سه بعدی مشاهده کرد [6, 4].

روش کار و تحقیق

از آنجاییکه در فرآیندهای پر عیار سازی مواد، برخی از ذرات با ارزش به باطله راه پیدا می‌کنند، می‌توان فرار این نوع ذرات را به هر یک از عملیاتهای خردایش و جداسازی نسبت داد.

درجه آزادی و توزیع نوع قفل شدگی ذرات با ارزش در خوارک و باطله فرایندهای پر عیار کنی و رابطه آنها با یکدیگر به عملکرد فرایندها وابسته می‌باشند. در این ارتباط، عملکرد کارخانه پر عیار کنی صنعتی مجتمع مس سرچشمه از بدترین تا بهترین وضعیت- از نظر بازیابی کانیهای سولفوری- در 5 ماه کاری در نظر گرفته شده است (جدول 1).

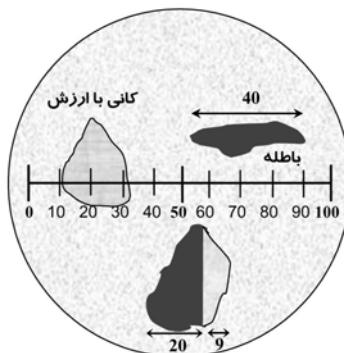


جدول 1- دو سطح بازیابی انتخاب شده مدار فلوتاسیون برای مطالعات

	دوره متوسط گیری (ماه)	بازیابی عنصر مس (%)		
		سولفیدی	اکسیدی	کلی
سطح بازیابی پایین	3	89/0	46/7	5/58
سطح بازیابی بالا	2	91/2	46/6	87/9

مطالعه مقاطع میکروسکپی

در این نوع اندازه‌گیری تنها یک بعد از دو بعد ظاهر شده ذرات برای تعیین درجه‌آزادی استفاده می‌گردد. بدین ترتیب که با قرار دادن یک وسیله اندازه‌گیری، می‌توان بعد در مسیر دید دانه‌های ذرات مشاهده شده را اندازه‌گیری کرد و آنرا بصورت شاخصی از کل حجم دانه مورد نظر قرار داد (شکل 2).



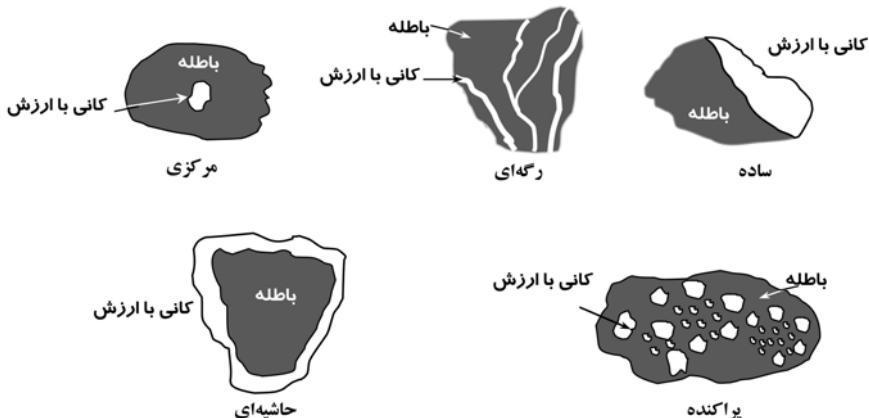
شکل 2- اندازه‌گیری یک بعد از ذرات در زیر میکروسکپ

لازم بذکر است برای محاسبه انحراف معیار تهیه نمونه، باید یک فرد مشخص برای مطالعه نمونه درنظر گرفته شود، زیرا در اندازه‌گیری‌های قبلی خطای فردی در تخمین درجه آزادی برای کانی کالکوپیریت 4/1 الی 8/9٪، برای کالکوسیت 2/3 الی 11/2٪ و برای کوولیت 3/3 الی 21/3٪ بدست آورده شده است [9].



از آنجاییکه دقت تخمین درجه آزادی با تعداد ذرات رابطه مستقیم دارد، برای بدست آوردن دقت بیشتر، به یک حداقل تعداد مقطع ذره نیاز می‌باشد که این تعداد با توجه به تحقیقات قبلی، برای کالکوپیریت تقریباً 550، برای کالکوسیت 200 و برای کولولیت 45 مقطع در نظر گرفته شد [10]. در جریانهای مدارهای مختلف فلوتاسیون، نوع قفل شدگی کانیهای با ارزش با نوع بی‌ارزش، دارای نقش کلیدی در بازیابی مواد با ارزش می‌باشد که با توجه به آن در راستای مطالعات میکروسکپی انجام شده پنج نوع قفل شدگی کلی (شکل 3) معرفی می‌گردد:

- **مرکزی (Central; C):** به مجموعه‌ای اطلاق می‌گردد که یک کانی در مرکز کانی دیگر قرار گرفته باشد.
- **پراکنده (Dispersed; D):** یک فاز بصورت پراکنده و متفرق در زمینه فاز دیگر قرار می‌گیرد.
- **ساده (Simple; S):** کانی با ارزش از پهلو به باطله چسبیده است.
- **رگه‌ای (Vein; V):** یک فاز بصورت رگه‌ای درون فاز دیگر قرار می‌گیرد.
- **حاشیه‌ای (Round; R):** یک فاز بصورت لایه‌ای فاز دیگر را احاطه می‌کند.



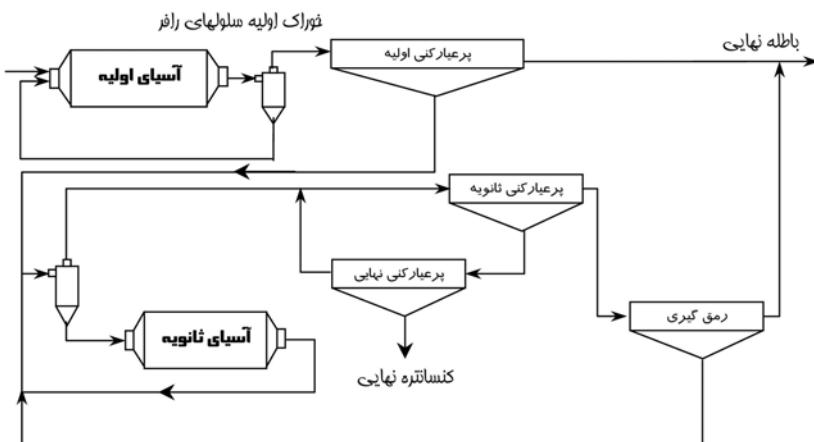
شکل 3- انواع قفل شدگی کانی‌های با ارزش و بی‌ارزش

نوع نمونه

مدار فرآیند فرآوری کارخانه پر عیارکنی صنعتی مجتمع مس سرچشمه از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول، پر عیارکنی اولیه (Rougher) بوده که خوارک آن خروجی مرحله نرم کنی اولیه است. باطله این مرحله بخش عمده باطله نهائی (تقریباً 80٪) را تشکیل می‌دهد و کنسانتره آن خوارک بخش دوم مدار فلوتاسیون می‌باشد. بخش دوم شامل سلولهای پر عیارکنی ثانویه (Cleaner)، پر عیارکنی نهایی (Re-cleaner) و



رمق گیری (Scavenger) است. کنسانتره بخش دوم، کنسانتره نهایی مدار فلوتاسیون بوده و باطله آن بخش دیگری از باطله نهایی را تشکیل می‌دهد (شکل 4) [11]. جهت بررسی درجه آزادی و توزیع نوع قفل شدگی ذرات با ارزش در خوراک اولیه و باطله نهایی، مدار پرعيارسازی بصورت گره‌ای که دارای یک ورودی خوراک (خوراک سلولهای پرعيارکنی اولیه) و دو خروجی باطله و کنسانتره می‌باشد، در نظر گرفته شده است. از خوراک و باطله نهایی، بازه پنج ماه در نظر گرفته شده، نمونه‌های ماهیانه تهیه و پس از آنالیز ابعادی، مورد مطالعه قرار گرفتند.



شکل 4- مدار فلوتاسیون کارخانه پرعيارکنی صنعتی مجتمع مسن سرچشممه آنالیز ابعادی نمونه‌ها

جهت کمینه کردن خطای تخمین درجه آزادی، نمونه‌های شاخص خوراک سلولهای پرعيارکنی اولیه و باطله نهایی 5 ماه کاری در 5 طبقه $+75$ ، $-75+53$ ، $-53+45$ ، $-45+38$ و -38 - میکرون مورد آنالیز ابعادی قرار گرفتند. اما از آنجاییکه بخش‌های $-75+53$ ، $-53+45$ و $-45+38$ - میکرون دارای توزیع کمتری نسبت به دو بخش $+75$ و -38 - میکرون بودند مجموعاً به صورت یک بخش $-75+38$ - میکرون در نظر گرفته شدند که نتایج آن در جدول 2 آورده شده است.



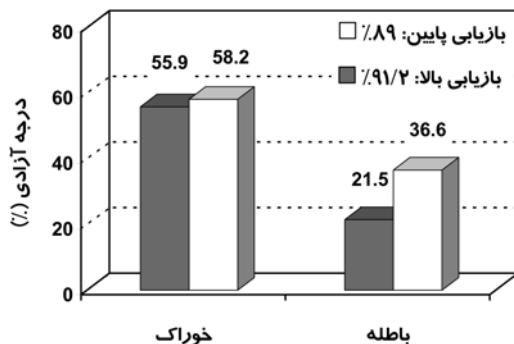
جدول 2- متوسط توزیع دانه‌بندی خوراک سلولهای پر عیار کنی اولیه و باطله نهایی

		اندازه سرند (μm)		
		+75	-75 +38	- 38
باقیمانده روی سرند (%)	خوراک	23/49	21/12	55/38
	باطله	24/75	18/92	56/35

ارائه یافته‌ها و نتایج

رابطه بازیابی و مقدار ذرات آزاد در خوراک سلولهای پر عیار کنی اولیه و باطله نهایید رجه آزادی هریک از نمونه‌های خوراک و باطله ماهیانه بر اساس حداقل تعداد ذرات لازم جهت کمینه کردن انحراف معیار (انحراف معیار ۱٪)، اندازه‌گیری شده است.

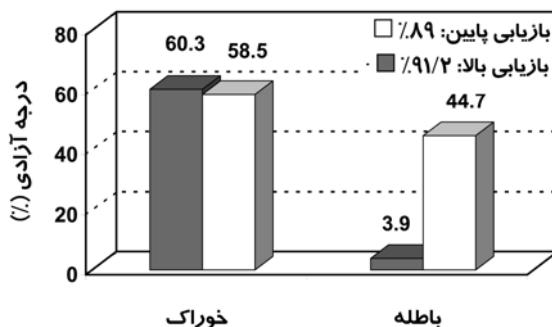
از آنجائیکه درجه آزادی بدست آمده برای خوراک به ازای دو سطح بازیابی مورد نظر ثابت بوده $(.57/1 \pm 1/39)$ با توجه به شکل ۵ مشخص می‌شود که بطور میانگین، با افزایش بازیابی از ۸۹٪ تا ۹۱٪ درجه آزادی کانیهای حاوی مس در باطله نهایی، بترتیب از ۳۶/۶ به ۲۱/۵٪ کاهش یافته است. این نشان می‌دهد که با بهبود روند عملیات فلوتاسیون، نه لزوماً عملیات نرم کنی، می‌توان از هدر روی ذرات با ارزش آزاد جلوگیری کرد



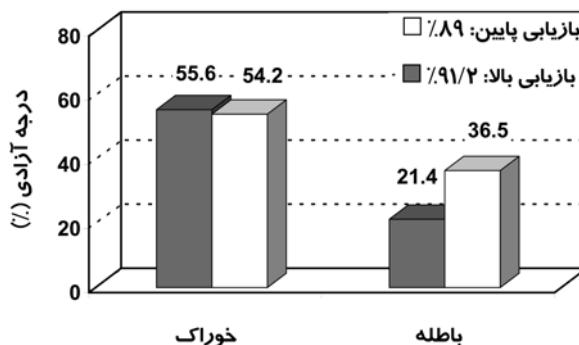
شکل 5- درجه آزادی کل کانیهای حاوی مس در دو سطح بازیابی



اگر شکل 5 به طور تفکیک شده برای هر دو کانی کالکوپیریت و کالکوسیت در نظر گرفته شود، مشخص می‌گردد به طور میانگین با افزایش بازیابی از 89 تا 91/2٪ درجه‌آزادی کانی کالکوسیت در باطله با انحراف معیار 5/5٪ بترتیب از 44/7 به 3/9٪، کاهش می‌یابد (شکل 6). از آنجائیکه کانی غالب کالکوپیریت می‌باشد، تغییرات درجه‌آزادی این کانی در باطله بر حسب بازیابی تقریباً از روند درجه‌آزادی کل کانیهای با ارزش پیروی می‌کند (شکل 7).



شکل 6- درجه آزادی کانی کالکوسیت در دو سطح بازیابی



شکل 7- درجه آزادی کانی کالکوپیریت در دو سطح بازیابی



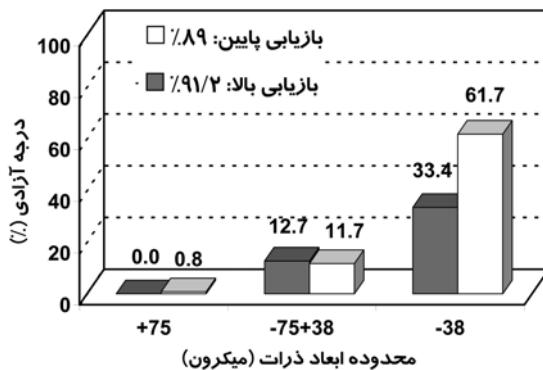
از آنجاییکه درجه آزادی هر یک از کانیهای حاوی مس در خوراک در سطوح بازیابی متفاوت تقریباً با یکدیگر برابر می‌باشند، هدر روی ذرات با ارزش به باطله (افزایش درجه آزادی در باطله) را می‌توان تنها به روند عملیات فلوتاشیون نسبت داد.

رابطه درجه آزادی کانیهای با ارزش و ابعاد ذرات

جهت بررسی هدر روی ذرات کانیهای با ارزش بهتر است درجه آزادی این ذرات را در سطوح مختلف بازیابی بر حسب دانه‌بندی، بررسی کرد. به همین منظور، با توجه به جدول 2، سه محدوده کلی ابعاد ذرات $+75$ ، $-75+38$ و -38 - میکرون در نظر گرفته شده است.

بر خلاف انتظار، مشخص شد که در خوراک، تنها درجه آزادی کانیهای با ارزش $+75$ - میکرون با سطح اطمینان 80٪ با یکدیگر تفاوت داشته و در سطح بازیابی بالا، درجه آزادی 7/5٪ کمتر از سطح بازیابی پایین می‌باشد.

شکل 8 نشان می‌دهد که با سطح اطمینان 80٪، در سطوح مختلف بازیابی، درجه آزادی کانیهای با ارزش در باطله، تنها در ابعاد -38 - میکرون با یکدیگر تفاوت داشته و در سطح بازیابی بالا، درجه آزادی 28٪ کمتر از سطح بازیابی پایین می‌باشد.

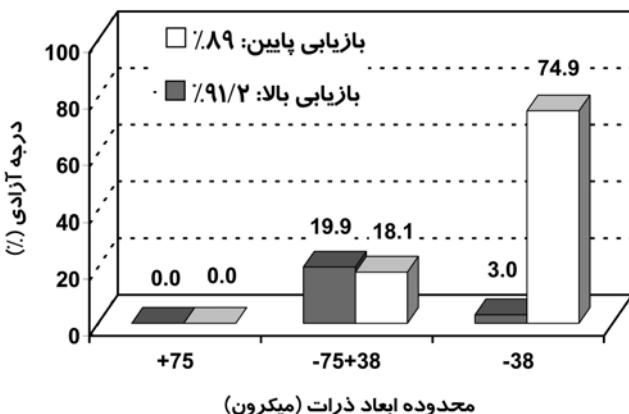


شکل 8- درجه آزادی کل کانیهای با ارزش در باطله بر حسب ابعاد ذرات

با محدود کردن داده‌های درجه آزادی بر حسب دانه‌بندی به کانی کالکوسيت مشخص شد که درجه آزادی کانی کالکوسيت خوراک در محدوده‌های مختلف دانه‌بندی، بازه سطوح بازیابی متفاوت، با سطح اطمینان



٪/۸۰ با یکدیگر برابر بوده ولی در باطله، تفاوت فاحشی در ابعاد ذرات ۳۸-میکرون وجود دارد، به طوری که درجه آزادی کالکوسیت در سطح بازیابی پایین ٪/۷۱ بیش از بازیابی بالا می‌باشد (شکل ۹). از آنجاییکه کانی غالب کالکوپیریت می‌باشد، روند تغییرات درجه آزادی آن بر حسب دانه‌بندی مشابه کل کانیهای با ارزش می‌باشد.



شکل ۹- درجه آزادی کانی کالکوسیت در باطله بر حسب ابعاد ذرات

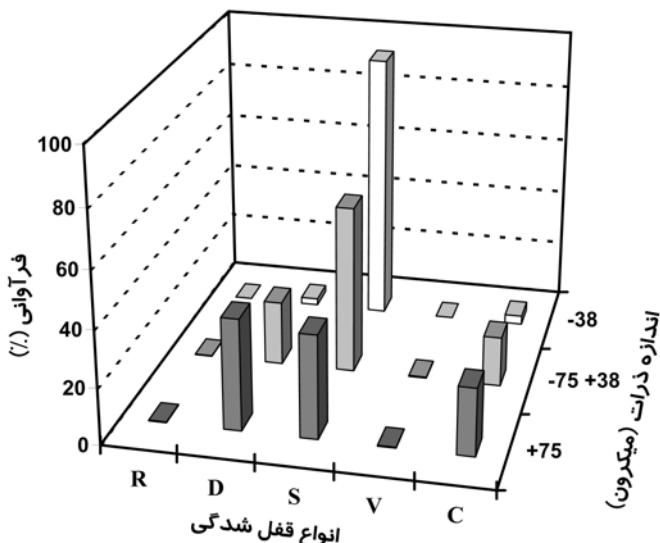
با توجه به نمودارها و مطالعه ذکر شده مشخص می‌شود هدر روی ذرات با کاهش ابعاد ذرات بیشتر می‌شود، خصوصاً در محدوده ابعاد ۳۸-میکرون که بیش از ۵۵٪ وزنی جامد باطله را تشکیل می‌دهد، هدر روی ذرات کالکوسیت بیشتر از ذرات کالکوپیریت می‌باشد.

أنواع قفل شدگی کانیهای با ارزش در باطله فلوتاشیون

أنواع قفل شدگی کانیهای با ارزش در باطله برای دو سطح بازیابی بالا و پایین برای سه طبقه ابعاد ذرات اندازه‌گیری شد. مشاهده گردید که تفاوتی در توزیع انواع قفل شدگی در دو سطح بازیابی بالا و پایین وجود ندارد. توزیع انواع قفل شدگی کانیهای با ارزش در باطله سطح بازیابی پایین در شکل 10 نشان داده شده است. نوع قفل شدگی ساده (S) در هر سه اندازه ابعاد ذرات بطور متوسط با فراوانی ۶۱٪ عمده‌ترین قفل شدگی می‌باشد. از آنجاییکه شناس راهیابی این نوع قفل شدگی به کنسانتره زیادتر از انواع دیگر می‌باشد وجود فراوانی ۶۱٪ از این نوع قفل شدگی در باطله مطلوب نمی‌باشد. با توجه به شکل 10 مشخص می‌شود که در ابعاد ذرات درشت شناس راهیابی قفل شدگی نوع ساده (S) به کنسانتره بیشتر از انواع دیگر می‌باشد. در ابعاد ۳۸-میکرون ۹۱٪ انواع قفل شدگی از نوع ساده (S) می‌باشد که نشان می‌دهد با خردایش مجدد



باطله می‌توان بازیابی کانی‌های با ارزش را افزایش داد. نوع قفل شدگی پراکنده (D) به طور متوسط 21٪ کل انواع قفل شدگی در باطله را تشکیل می‌دهند که با توجه به شанс کم این نوع قفل شدگی برای شناورسازی، دور از انتظار نیست. نوع قفل شدگی مرکزی (C) به طور متوسط دارای فراوانی 15٪ می‌باشد که همانند قفل شدگی نوع پراکنده، عدم شناور شدن این ذرات طبیعی است.



شکل 10- مقایسه توزیع انواع قفل شدگی در باطله بر حسب ابعاد ذرات در سطح بازیابی پایین

نتیجه‌گیری

- میزان درجه‌آزادی کانی‌های حاوی مس در خوراک سلولهای رافر (عملیات نرم کنی) در کاهش بازیابی دخیل نبوده بلکه راهیابی ذرات با ارزش آزاد، خصوصاً کانی کالکوسیت، به باطله در ابعاد 38 میکرون، به دلیل عدم توانایی عملیات فلوتاسیون در جمع‌آوری این ذرات به کنسانتره، دلیل کاهش بازیابی می‌باشد.
- با توجه به داده‌های بدست آمده، بهترین میزان درجه‌آزادی کانی‌های حاوی مس برای خوراک ورودی به سلولهای رافر، $57/1 \pm 1/4$ ٪ می‌باشد.



مراجع

- 1- Wills, B.A., (1997), "Mineral Processing Technology", 6th Edition, pp. 15-17, Musselburgh.
- 2- Yalcin, T., (1985), "Estimation of Liberation", Proceedings 17th Annual Meeting of the CMP, Paper No. 25, pp. 557-569.
- 3- Kelly, E.G., Spottiswood, D.J., (1989), "Introduction to Mineral Processing", Chapter 2, pp. 21-43.
- 4- Lin, D., (1991), "The Production of Standard Material For Liberation Analysis", M.Eng. Thesis, Mining and Metallurgical Engineering, McGill University, Montreal.
- 5- King, R.P., Schneider, C.L., (2000), "Mineral Liberation Analysis – A Review of Some Recent Developments", XXI IMPC, Vol. A, pp. 16-23.
- 6- Petruk, W., Lastra, R., (1997), "Measuring Mineral Liberation and Mineral Associations from Polished Sections by Image Analysis", XX IMPC, Vol. 1, pp. 111-120, Germany.
- 7- Petruk, W., Lastra, R., (1996), "Comparison of Mineral Liberation Data Obtained by Different Techniques Using Image Analysis", Proceedings 28th Annual Meeting of the CMP, pp. 507-522.
- 8- Preti, U., Ferrara, G., Meloy, T.P., (1989), "Influence of Particle Shape on Liberation", International Journal of Mineral Processing, Vol.25, 1/2, pp.17-40.
- 9- Banisi, S., Tajdari, M., Shekarchian, H., (2001), "Determination of Error of Liberation at The Sarcheshmeh Copper Mine", Applied Mineralogy 01, Australia.
- 10- ایرانمنش، ح.ر.، شایسته‌فر، م. ر.، بهروز، م.، بنیسی، ص.، (1381)، "تعیین حداقل نمونه لازم جهت اندازه‌گیری درجه آزادی کانیهای حاوی مس در معدن مس سرچشمہ"، ششمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، کرمان.
- 11- یحیایی، م.، (1380)، "کاربرد سلول ستونی در کارخانه پر عیارکنی نیمه صنعتی مجتمع مس سرچشمہ"، پایان نامه تخصصی کارشناسی ارشد مهندسی فرآوری مواد معدنی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده فنی مهندسی، بخش مهندسی معدن.