Archive of SID

پاییز ۹۱، سال بیست و دوم، شماره ۸۵، صفحه ۳ تا ۸

فرآوری فسفات‌های رسوبی و کم عیار منطقه دلیر به روش فلوتاسیون

صابر خوش جوان [۱*]، بهرام رضایی [۲]، احمد امینی [۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری، دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
[۲] استاد دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
[۳] کارشناس ارشد گروه فرآوری مواد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۲/۰۳ تاریخ پذیرش:۱۳۸۸/۱۰/۰۵

چکیده

در این تحقیق، فرآوری فسفات‌های رسوبی منطقه دلیر به منظور کاهش میزان کانی‌های باطله مانند کربنات، سیلیکات و افزایش عیار P_2O_5 مورد بررسی قرار گرفت. طبق مطالعات خواص‌سنجی، کانی فسفات موجود در کانسنگ، از نوع کانی رسوبی و کلوفان است که کلسیت و کوارتز، عمده باطله آن را تشکیل می‌دهند و عیار P_2O_5 در نمونه‌های اولیه ۱۱/۹۹٪ بود. بر اساس مطالعات انجام شده با روش‌های دانه‌شماری با میکروسکوپ نوری و غرق و شناورسازی درجه آزادی کانی آپاتیت حدود ۱۴۰ میکرون حاصل شد. نتایج آزمایش‌های فلوتاسیون بدون پیش‌فرآوری نشان داد که فلوتاسیون بدون پیش‌تغلیظ امکان‌پذیر نیست. به همین دلیل نمونه فسفاته را ابتدا تکلیس و سپس سایش و پس از حذف اکسیدهای کلسیم و منیزیم، با روش فلوتاسیون آنیونی – کاتیونی مورد پرعیارسازی قرار گرفت. میزان نرمه در بخش‌های خردایش و سایش ۲۳/۵٪ از کل با توزیع حدود ۱۴/۵٪ P_2O_5 به‌دست آمد. پس از فلوتاسیون عیار، محصول نهایی به بیش از ۳۱٪ P_2O_5 با بازیابی حدود ۶۲٪ رسید. در پایان، ساختار (فلوشیت) پیشنهادی آزمایشگاهی ارائه شد.

کلید واژه‌ها: فسفات، تکلیس، سایش و فلوتاسیون

***نویسنده مسئول:** صابر خوش جوان
E-mail: S.khoshjavan@gmail.com

۱– مقدمه

از دیدگاه اقتصادی محصول پرعیار مصرفی فسفات باید عیار بالای ۳۰٪ P_2O_5 را داشته باشد و نسبت CaO/P_2O_5 بین ۱/۴ تا ۱/۶ باشد. کاربردهای عمده فسفات‌ها در صنایع نظامی، تهیه کود شیمیایی و مواد غذایی است(Baudet, 1998). ایالات متحده آمریکا، روسیه، چین، مراکش و تانزانیا و برزیل بیش از ۸۰٪ کل فسفات دنیا را تولید می‌کنند. ایالات متحده و روسیه بیشترین مصرف‌کننده و مراکش، چین و تانزانیا بزرگ‌ترین صادرکننده‌گان فسفات هستند (Mobbs et al., 2007). منطقه خاورمیانه در سال ۲۰۰۷ حدود ۹٪ از کل فسفات تولیدی دنیا را تولید کرده که عمده‌ترین کشورهای تولید کننده در این منطقه سوریه، اردن و عربستان صعودی هستند (Mobbs et al., 2007). مجموع ذخایر کانسارهای فسفات شناخته شده در ایران حدود ۶۲۳ میلیون تن است که در حال حاضر تنها از ۲/۵٪ آن بهره‌برداری می‌شود. بیش از ۹۰٪ از فسفات‌های ایران از نوع رسوبی می‌باشند (امینی و همکاران، ۱۳۸۶). تولید فسفات ایران طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۷ افزایش یافته به طوری که در سال ۲۰۰۷ به ۲۰ هزار تن در سال رسید و پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۰۹ به میزان ۳۰ هزار تن افزایش یابد(Mobbs et al., 2007) . در سال ۲۰۰۷ قیمت سنگ فسفات به طور محسوسی از ۳۰/۴۷ به ۳۹/۵۹ دلار بر تن افزایش یافته است (Emigh,2007).

کانسار دلیر با ۲۳ میلیون تن ذخیره با عیار متوسط حدود ۱۲٪ P_2O_5 یکی از مهم‌ترین ذخایر فسفات ایران است(نمدمالیان و ملک زاده، ۱۳۶۳).

فلوتاسیون یکی از روش‌های مهم فرآوری فسفات است. بیش از ۶۰٪ از فسفات‌های تجاری در دنیا با روش فلوتاسیون فرآوری می‌شوند. با توجه به نوع باطله محتوی کانسنگ، روش‌های مختلف فلوتاسیون تجربه شده‌اند که عبارتند از (Abouzeid, 2008):

الف) باطله‌های سیلیکاتی: روش معمول برای فرآوری کانه‌های فسفاتی سیلیکاتی روش فلوتاسیون آنیونی-کاتیونی (روش کارگو) می‌باشد. اگر کانی‌های کربناته وجود داشته باشند، به محصول پرعیار فسفات انتقال خواهند یافت (Abouzeid, 2008).

ب) باطله‌های کربناتی: کانی‌های فسفات و کانی‌های کربنات (عمدتاً کلسیت و دولومیت) ویژگی شیمی سطحی مشابهی دارند. به‌ویژه در فسفات‌های رسوبی ویژگی‌های شیمی سطحی کانی‌ها بسیار حساس و مشابه هم هستند. این امر باعث ایجاد مشکل در فرایند فلوتاسیون می‌شود(Abouzeid, 2008).

در بیشتر تحقیقات برای کاهش میزان کربنات کلسیم از سنگ‌های فسفاتی، روش‌های فلوتاسیون و کلسیناسیون را به کار گرفتند (Abouzeid, 2008). Hignett et al. (1977) دریافتند که فلوتاسیون فسفات‌های رسوبی زمانی خوب انجام می‌گیرد که کربنات‌ها به خوبی متبلور شده باشند در غیر این‌صورت نتایج فلوتاسیون رضایت‌بخش نخواهد بود. کانه‌های فسفاتی در شمال آفریقا و خاور دریای مدیترانه مثال‌هایی از این نوع کانسارها هستند که در آنها بلورهای کربنات در داخل یکدیگر همرشدی یافته و برای آزاد شدن ذرات فسفات جهت فلوتاسیون کانه باید تا ابعاد بسیار ریزی آسیاب شود (Prasad et al., 2000).

به‌هرحال بحث‌های فوق، دلالت بر آن دارد که موضوع جدایش کربنات‌ها از فسفات‌ها در سنگ‌های فسفاتی بسیار پیچیده است که البته تحقیقات مختلفی نیز برای حل این مسئله انجام شده‌است (Abouzeid, 2008; Prasad et al.,2000; Good, 1976) اخیراً در فرایندهای تجاری از فلوتاسیون دومرحله‌ای استفاده شده است، فرایند کارگو روش مناسب برای کاهش میزان دولومیت در سنگ فسفاتی نیست. در طول چند دهه گذشته، مطالعاتی توسط پژوهشگران مختلف در صنایع فسفات فلوریدا و دره تنسی انجام شده و فرایندهای مختلفی ارائه شده است. به هر حال این فرایندها، در مقیاس نیمه‌پیوسته (نیمه صنعتی) برای جدایش به خوبی کار نشده است (Prasad et al., 2000).

اخیراً پژوهشگران نشان دادند که می‌توان فرایندهای دو مرحله‌ای را به طور مؤثری برای جدایش آپاتیت از دولومیت به کاربرد. گستره این مطالعات پرعیارسازی در مقیاس نیمه‌پیوسته است. همچنین Zhong et al. (1991) متغیرهای مختلف را با واکنش‌گرهای مختلف در سه مرحله فلوتاسیون بررسی کرده‌اند (Prasad et al., 2000).

مطالعاتی که توسط Wang (2004) در دانشگاه یوتا انجام گرفت نشان داد که می‌توان با استفاده از کلکتورهای آلکیل هیدروکسامیک اسید در محدوده pH حدود ۶/۵ به راحتی فسفات‌ها (آپاتیت و فرانکولیت) را از باطله‌های سیلیکاتی و کربناتی با میزان بازیابی بالا (بالای ۹۰٪) فرآوری نمود. نوع هیدروکساماتی که در این تحقیق به کار گرفته شده بود، اسید اکتیل هیدرکسامیک کریستالی ساخت شرکت سایتک بود. منحنی شکل ۱ نشان می‌دهد که میزان انتخابی بودن این کلکتور نسبت به روش‌های

www.SID.ir

Archive of SID

سنتی بالا است. بر اساس شکل ۱ اختلاف بازیابی باطله و فسفات در روش استفاده از اسید چرب بسیار کم ولی در روش استفاده از هیدروکسامات بسیار بالا می باشد.

کلسیناسیون روشی است که برای حذف کربنات از فسفات به کار گرفته می‌شود که در آفریقا و باختر ایالات متحده از کلسیناسیون برای کاهش مقدار باطله کربناته موجود در کانسنگ‌های فسفات استفاده شده است (Good, 1976).

در این تحقیق امکان فرآوری فسفات‌های منطقه دلیر با فلوتاسیون بررسی شده است و نتایج حاصل نشان داد که با پیش فرآوری و فلوتاسیون می‌توان فسفات‌های رسوبی منطقه دلیر را فرآوری نمود.

۲- مواد

۲-۱. ویژگی‌های مواد مصرفی

در این تحقیق نمونه‌ای که توسط سازمان زمین‌شناسی به میزان ۴۰۰ کیلوگرم از تمام نقاط معدن به روش شطرنجی توسط گروه کانه‌آرایی از منطقه دلیر برداشت شده بود، مورد آزمایش قرار گرفت و آزمایش‌های کانه‌آرایی اعم از فرآوری و خواص‌سنجی بر روی نمونه‌های آماده‌سازی شده انجام گرفت.

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از مطالعات XRD نشان داد که کانی‌های عمده تشکیل دهنده کانسنگ عبارتند از آپاتیت، کلسیت، کوارتز و دولومیت.

مطالعات میکروسکوپی بر روی ۱۶ مقطع نازک نیز نشان داد که کانی‌های تشکیل‌دهنده سنگ نمونه آپاتیت، کربنات (عمدتاً کلسیت و مقداری دولومیت) و کوارتز هستند. کوارتزهای موجود در نمونه بسیار ریز بلور (قطعات چرتی با ابعاد ریزتر از ۱۰۰ میکرون) هستند. پلت‌های فسفاتی حاوی مقدار قابل توجهی میانبارهای (انکلوزیون) کلسیت و دولومیت می‌باشند. ابعاد میانبارهای قطعات فسفاتی حدود ۷۰-۱۵ میکرون است (شکل ۲).

۲-۲. درجه آزادی

درجه آزادی که از مطالعات میکروسکوپی (دانه‌شماری میکروسکوپی) و آزمایش‌های غرق و شناورسازی برای کانی فسفاتی به‌دست آمد حدود ۱۴۰ میکرون است. میزان اتلاف فسفات در بخش نرمه خردایش حدود ۱۳ درصد وزن کل با توزیع عیاری ۸/۲۲٪ P_2O_5 می‌باشد (جدول ۲).

۳. انجام آزمایش‌ها

۳-۱. آزمایش‌های فلوتاسیون بدون پیش‌فرآوری

در این مرحله نمونه اولیه نرمه‌گیری شده بدون هیچ‌گونه عملیات پیش‌فرآوری تحت آزمایش‌های فلوتاسیون قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها نشان داد که بدون پیش‌فرآوری، نتایج مطلوبی از روش فلوتاسیون حاصل نمی‌شود. حدود ۱۵ آزمایش فلوتاسیون تحت شرایط مختلف و با استفاده از مواد شیمیایی مختلف انجام شد و نتایج حاصل بیانگر عدم امکان تغلیظ بودند. بهترین نتیجه‌ای که در آزمایش‌های بدون پیش‌فرآوری حاصل شد، در جدول ۳ درج شده است.

شرایط انجام آزمایش فلوتاسیون:

الف) فلوتاسیون مستقیم:

۱. کلکتور اولئات سدیم مرحله اولیه (۱۰۰۰ گرم بر تن)
۲. pH پالپ (۱۰)
۳. زمان آماده‌سازی (۳ دقیقه)
۴. دور همزن ۱۲۵۰ دور در دقیقه
۵. کف‌ساز MIBC (۲۰ گرم بر تن)
۶. سیلیکات سدیم (۱۰۰۰ گرم بر تن)
۷. درصد جامد ۲۰٪

ب) فلوتاسیون معکوس:

۱. محیط اسیدی، pH پالپ (۴)
۲. کلکتور اولئات سدیم (۱۰۰۰ گرم بر تن)
۳. اسید اورتو فسفریک (۱۰۰۰ گرم بر تن)
۴. زمان آماده‌سازی (۳ دقیقه)
۵. دور همزن ۱۲۵۰ دور در دقیقه
۶. کف‌ساز MIBC (۲۰ گرم بر تن)

نتایج حاصل از آزمایش‌های اولیه نشان داد که عیار و بازیابی فلوتاسیون کانی فسفاتی بدون پیش‌فرآوری بسیار پایین (به ترتیب ۱۴/۶٪ و ۴۶/۸۲) است. دلایل پایین بودن عیار و بازیابی فلوتاسیون بدون پیش‌فرآوری می‌تواند موارد زیر باشد:

۱) رسوبی و ریز بلور بودن کانی‌های تشکیل دهنده کانسنگ
۲) خواص شیمی فیزیکی بسیار مشابه کانی‌های کربناتی و کانی آپاتیت. کانسنگ فسفات رسوبی منطقه دلیر حدود ۳۴/۵٪ کانی کلسیت و نزدیک ۴/۶۵٪ کانی دولومیت است.
۳) مواد آلی سطح بیشتر ذرات را پوشش داده است، این امر می‌تواند دلیلی دیگر بر پایین بودن عیار محصول به‌دست آمده در مرحله فلوتاسیون بدون پیش فرآوری باشد. به هر حال با توجه به عیار کم محصول فلوتاسیون بدون پیش‌فرآوری موضوع به کارگیری روش‌های دیگر مدنظر قرار گرفت. به همین دلیل روش کلسیناسیون برای تقلیل کانی کربناته موجود در کانسنگ و مواد آلی به کار گرفته شد، تا شرایط برای تغلیظ بهتر نمونه شود.

۳-۲. آزمایش‌های پیش‌فرآوری

روش کلسیناسیون برای پیش‌فرآوری کانسنگ دلیر به کار گرفته شد. شرایط بهینه کلسیناسیون دمای ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد، مدت زمان ۲ ساعت بود و ابعاد ذرات در این تحقیق حدود ۱۴۰ میکرون در نظر گرفته شد (محدوده درجه آزادی). البته یادآور می‌شود که ابعاد ذرات تأثیر آنچنانی بر روی میزان کلسیناسیون ندارد.

محصول تکلیس را سایش و نرمه‌گیری نموده، در این مرحله نیز حدود۱۰/۵۷٪ وزن از کل با توزیع ۶/۴۲٪ P_2O_5 به صورت نرمه سایش اتلاف شد. میزان بازیابی فسفات تا این مرحله حدود ۸۵/۳۷٪ P_2O_5 بود (جدول ۴).

۳-۳. آزمایش‌های فلوتاسیون با انجام پیش‌فرآوری

– **شرایط انجام کار:** آزمایش‌ها در سلول‌های ۱ لیتری دور- الیور (Dorr-Oliver) با دور روتور ۱۲۰۰ دور در دقیقه انجام شد. میزان مصرف کف ساز در همه آزمایش‌ها حدود ۱۵-۲۰ گرم بر تن در نظر گرفته شد.

شرایط انجام آزمایش فلوتاسیون آنیونی کانی‌های فسفاتی:

۱) درصد جامد ۲۰٪
۲)کلکتور اولئات سدیم (۷۰۰ گرم بر تن)، روغن نفتی (۹۰۰ گرم بر تن)
۳)pH پالپ (۱۱)
۴) دور همزن (۱۲۵۰ دور در دقیقه)
۵) زمان آماده‌سازی (۳ دقیقه)
۶)کف‌ساز متیل ایزوبوتیل کربونیل (MIBC) (۲۰ گرم بر تن)
۷) محلول NaOH به عنوان تنظیم کننده pH

شرایط انجام آزمایش فلوتاسیون کاتیونی کانی های سیلیکاته:

۱) پلیمر پلی‌آکریل آمید آنیونی (۲۵ گرم برتن)
۲)کلکتور کاتیونی کوکوآمین استات (۵۰۰ گرم برتن)
۳) زمان آماده‌سازی (۲ دقیقه)
۴) pH پالپ ۶
۵)کف ساز متیل ایزو بوتیل کربونیل

www.SID.ir

Archive of SID

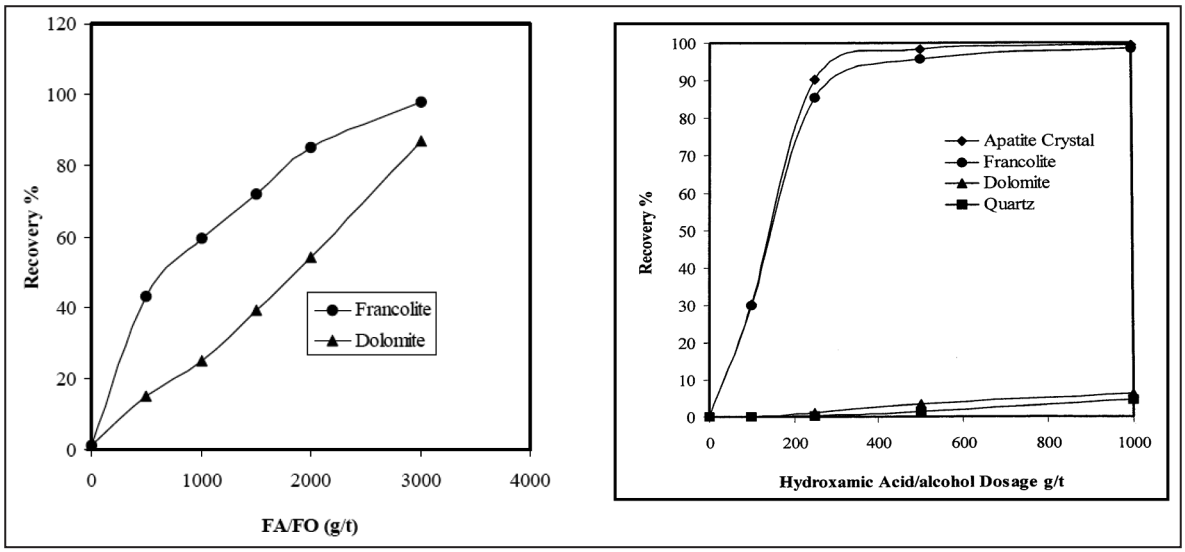
نتایج حاصل از آزمایش آنیونی- کاتیونی تعدیل شده به صورت جدول ۵ می‌باشد: عیار P_2O_5ی که در محصول پرعیار نهایی حاصل شد (جدول۳) حدود ۲۹/۱۶٪ بوده و نسبت CaO به P_2O_5 کمتر از ۱/۶ حدود ۱/۴۵ است که نتایج حاصله مناسب به نظر می‌رسد. نمای ساختار(فلوشیت) در شکل ۳ نشان داده شده است.

۴- نتیجه گیری

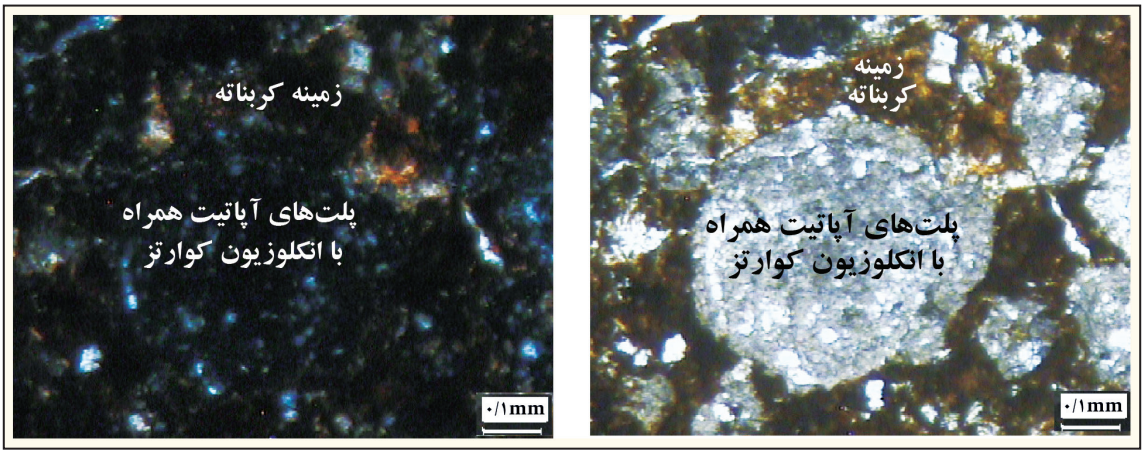
- با توجه به این که نمونه فسفات دلیر، حاوی مواد آلی قابل توجهی (بالای ۱/۶۶٪) بوده و به خاطر ویژگی‌های سطح مشترک کانی‌های کربناتی و آپاتیت و ریز بلور بودن کانی‌های فسفاتی، امکان تغلیظ با فلوتاسیون بدون پیش‌فرآوری فراهم نشد، به همین دلیل، روش کلسیناسیون برای پیش‌فرآوری کانسنگ به کار گرفته شد. در روش فرآوری این تیپ کانسارها استفاده از کلسیناسیون امری ضروری است.

- بهترین روش برای فلوتاسیون کانسنگ فسفات دلیر روش فلوتاسیون دو مرحله‌ای آنیونی-کاتیونی تعدیل شده (کارگوی معکوس تعدیل شده) تشخیص داده شد. با این روش عیاری حدود ۳۱٪ P_2O_5 با بازیابی کلی حدود ۶۲٪ P_2O_5 حاصل شد.

- به دلیل بالا بودن میزان سیلیس (بالای ۶٪)، محصول به‌دست آمده از این روش را می‌توان در صنایع تهیه کود شیمیایی فسفاتی به کار برد.



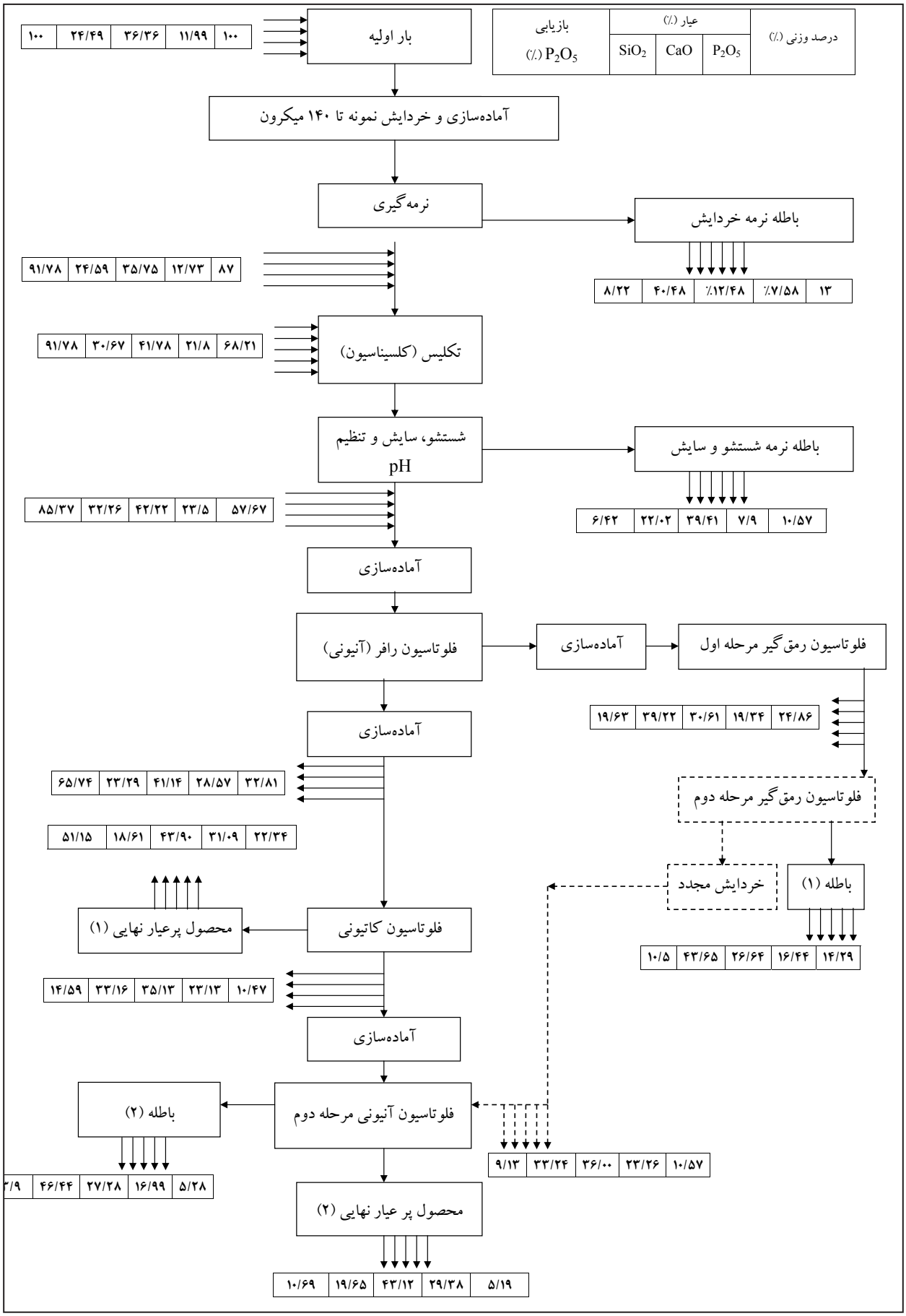
شکل ۱- مقایسه بازیابی آپاتیت باطله‌های کربناتی و سیلیکاتی با استفاده از کلکتورهای هیدروکسامات و اسید چرب (Wang, 2004)



شکل ۲- پلت نسبتاً سالم (بدون حاشیه خوردگی در اثر فرایندهای دیاژنتیک) و درگیری تنگاتنگ و میکرونی آن با چرت ریز بلور (کوارتز)، چندین دانه ریزتر فسفاته که اغلب بی‌شکل هستند در متن دیده می‌شود. همگی دانه‌ها در یک زمینه متشکل بر سیدریت (کربنات‌های آهن‌دار) قرار گرفته است. عکس نور عادی (عکس سمت راست) و عکس نور پولاریزه (عکس سمت چپ)و مقطع تهیه شده نازک می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- ساختار (فلوشیت) فرآوری نمونه کان‌سنگ فسفات رسوبی منطقه دلیر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- تجزیه شیمی تر نمونه کانسنگ فسفات دلیر

ترکیب	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	MnO	Na_2O	K_2O	L.O.I	جمع
مقدار(٪)	۲۴/۴۹	۱/۶۶	۱/۶۷	۳۶/۳۶	۱/۰۱	۱۱/۹۹	۰/۱	۰/۳۴	۰/۶۶	۲۱/۸۲	۱۰۰/۰۰

جدول ۲- عیار و توزیع عیاری نمونه در بخش نرمه و زبره مرحله خردایش (مواد زیر ۲۰ میکرون)

نوع محصول	درصد وزن (٪)		عیار (٪)			بازیابی P_2O_5 (٪)	
	نسبی	کلی	P_2O_5	CaO	SiO_2	نسبی	کلی
نرمه ۲۰- میکرون	۱۳	۱۳	۷/۵۸	۴۰/۴۸	۲۳/۸۱	۸/۲۲	۸/۲۲
زبره ۲۰+ میکرون	۸۷	۸۷	۱۲/۷۳	۳۵/۷۵	۲۴/۵۹	۹۱/۷۸	۹۱/۷۸
جمع	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۲/۰۶	۳۶/۳۷	۲۴/۴۹	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمایش‌های فلوتاسیون بدون پیش‌فرآوری

نوع محصول	درصد وزن (٪)		عیار (٪)			بازیابی P_2O_5 (٪)	
	نسبی	کلی	P_2O_5	CaO	SiO_2	نسبی	کلی
محصول بازداشتی با سیلیکات سدیم فلوتاسیون مستقیم	۲۷/۷۷	۲۴/۱۶	۱۴/۰۱	۳۵/۴۵	۲۶/۳۳	۲۸/۱۹	۲۵/۸۷
محصول شناور فلوتاسیون معکوس	۲۵/۰۵	۲۱/۸۰	۱۱/۲۴	۴۰/۹۶	۱۳/۸۲	۲۰/۸۰	۱۹/۰۹
محصول بازداشتی با اسید اورتو فسفریک فلوتاسیون معکوس	۴۷/۱۷	۴۱/۰۴	۱۴/۶۰	۳۹/۷۴	۲۶/۰۴	۵۱/۰۱	۴۶/۸۲
جمع	۱۰۰/۰۰	۸۷/۰۰	۱۳/۶۴	۳۹/۰۳	۲۳/۱۴	۱۰۰/۰۰	۹۱/۷۸

جدول ۴- عیار توزیع عیاری نمونه اتلاف شده در مرحله سایش

نوع محصول	درصد وزن (٪)		عیار (٪)			بازیابی P_2O_5 (٪)	
	نسبی	کلی	P_2O_5	CaO	SiO_2	نسبی	کلی
نرمه مرحله سایش	۱۵/۵	۱۰/۵۷	۷/۹	۳۹/۴۱	۲۲/۰۲	۷	۶/۴۲
زبره مرحله سایش	۸۴/۵	۵۷/۶۴	۲۳/۵	۴۲/۲۲	۳۲/۲۶	۹۳	۸۵/۳۶
جمع	۱۰۰/۰۰	۶۸/۲۱	۲۱/۸	۴۱/۷۸	۳۰/۶۷	۱۰۰/۰۰	۹۱/۷۸

جدول ۵- نتایج حاصل از روش آنیونی - کاتیونی تعدیل شده

نوع محصول	درصد وزن (٪)		عیار (٪)			بازیابی P_2O_5 (٪)	
	نسبی	کلی	P_2O_5	CaO	SiO_2	نسبی	کلی
محصول پرعیار نهایی	۵۵/۱۴	۳۱/۸۰	۲۹/۱۶	۴۲/۳۷	۲۸/۰۸	۶۴/۵۴	۵۴/۶۲
محصول شناور کاتیونی	۹/۴۶	۵/۴۵	۲۰/۰۱	۲۸/۰۹	۴۷/۶۶	۷/۵۹	۶/۴۸
محصول شناور رمق‌گیر	۴/۶۶	۲/۶۹	۲۰/۹۱	۳۳/۲۶	۳۴/۳۸	۳/۷۵	۳/۲۰
باطله نهایی	۳۰/۷۴	۱۷/۷۳	۱۹/۵۴	۳۰/۰۹	۳۷/۴۴	۲۴/۱۰	۲۰/۵۷
جمع	۱۰۰	۵۷/۶۷	۲۴/۵۰	۳۶/۸۲	۳۳/۱۰	۱۰۰	۸۴/۸۷

www.SID.ir

Archive of SID

کتابنگاری

امینی، ا.، عبداللهی، ه.، شمسی، پ.،۱۳۸۶- بررسی امکان پرعیار سازی فسفات موندون-گروه کانه آرایی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

نمدمالیان، ع.، ملک زاده، ل.، ۱۳۶۳- گزارش اکتشافی کانسار دلیر (مطالعات نیمه تفضیلی)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور- طرح اکتشافات فسفات.

References

Baudet, G.,1998- The processing phosphate ores, Chorn Rech. Min., Numero special. "phosphates", pp, 67-97.

Mobbs, P. M., Wallace, G. J., Wilburn, D. R. and Yager, T. R., 2007- The Mineral Industries of the Middle East , U.S. Geological Survey, Minerals Yearbook.

Emigh, D.C., 2007- "Phosphate Rock, Industrial Minerals and Rocks", 7th Edition.

Abouzeid, A.-Z. M., 2008- Physical and thermal treatment of phosphate ores An overview, Int. J. Miner. Process. 85. VOL. 59–84.

Prasad, M., Majumder, A. K. and Rao, T.C., 2000- Reverse flotation of sedimentary calcareous/dolomitic rock phosphate-an review, minerals and metallurgical processing, VOL.17. No.1

Good, P.C, 1976- Beneficiation of Unweathered Indian calcareous phosphate rock by calcination and hydration, RI 8154, US Bureau of Mines, pp. 1-17

Wang, Xu., 2004- The surface chemistry of phosphate mineral flotation with alcohol solutions of oktyl hydroxamic acid, Thesis dodtor of philosophy, department of metallurgical engineering, university of Utah.

www.SID.ir

Archive of SID

Processing of Sedimentary and Low Grade Dalir Area Phosphate Rocks by Flotation

S. Khoshjavan [1*], B. Rezai [2], A. Amini [3]

[1] Mineral Processing M.Sc. Student, Faculty of Mining Metallurgical Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran
[2] Professor, Faculty of Mining Metallurgical Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran
[3] M. Sc., Manager of Mineral Processing Division, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2009 February 21 Accepted: 2009 December 26

Abstract

In this research, processing of Dalir area phosphate ore was investigated for reduction of its gangue minerals such as carbonates (mainly calcite and poorly dolomite) and silicates minerals. According to characterization studies, phosphate mineral content of the ore was sedimentary collophane mineral and the predominant constituents of the gangues were calcite and quartz. Liberation degree of phosphate mineral determined by using microscopic and sink and float tests to be 140 μm. Primary flotation tests (un-pre-concentrated) results did not have desirable grade and recovery. So, at first step, phosphates samples was subjected to calcination and scrupping process. After scrupping and removing calcium and magnesium oxide, anionic and cationic flotation tests were done. By using a combination methods (calcining, scrupping and flotation) the grade and recovery of final concentrate reaches to 31٪ and 62٪ respectively. Finally a Lab-flowsheet of processing was suggested.

Keywords: Phosphate, Calcinations, Scrupping and flotation

For Persian Version see pages 3 to 8

*Corresponding author: S. Khoshjavan; E-mail: S.khoshjavan@gmail.com

www.SID.ir