

۲۲۲۶۰۲۱

به نام خدا

فرآوری ذخایر معدنی فسفات با روش فلو تاسیون

تدوین و گردآوری
www.ketab.ir

دکتر محمدرضا صمدزاده یزدی

مهندس امیر فرامرزیپور دارزینی

مهندس حسین برزگر قهفرخی

سرشناسه	: صمدزاده یزدی، محمدرضا، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: فرآوری ذخایر معدنی فسفات با روش فلوتاسیون/ تدوین و گردآوری: محمدرضا صمدزاده یزدی، امیر فرامرزیپور دارزینی، حسینبرزگر قهفرخی.
مشخصات نشر	: یزد: دانشگاه یزد، انتشارات، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۲۲۴ص. : مصور، جدول، نمودار.
فروست	: سلسله انتشارات دانشگاه یزد.
شابک	: 978-622-7353-65-5
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: فسفات‌ها -- معدن و ذخایر معدنی
موضوع	: Phosphate mines and mining
موضوع	: سنگ معدن -- آماده‌سازی
موضوع	: Ore-dressing
موضوع	: فلوتاسیون
موضوع	: Flotation
موضوع	: کودهای فسفاته
موضوع	: Phosphatic fertilizers
شناسه افزوده	: فرامرزیپور دارزینی، امیر، ۱۳۷۴-
شناسه افزوده	:برزگر قهفرخی، حسین، ۱۳۷۱-
شناسه افزوده	: دانشگاه یزد انتشارات
رده بندی کنگره	: QE۳۸۹/۶۴
رده بندی دیویی	: ۷۲/۵۴۹
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۴۴۲۴۹۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا
کد پیگیری	: ۸۴۴۱۶۷۲

مرکز انتشارات دانشگاه یزد

یزد، صفائیه، بلوار دانشگاه، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵ تلفن: ۰۹-۳۸۲۱۱۶۷۰-۳۵-۰۰۳۵ دورنگار ۰۳۵-۳۸۲۰۰۱۲۶

عنوان: فرآوری ذخایر معدنی فسفات با روش فلوتاسیون
تدوین و گردآوری: دکتر محمدرضا صمدزاده یزدی، امیر فرامرزیپور دارزینی، حسینبرزگر قهفرخی
ناشر: انتشارات دانشگاه یزد
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: قم، نشر هم میهن ۰۹۱۰۲۸۰۷۰۲۱
نوبت چاپ: اول
سال چاپ: ۱۴۰۰
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت پشت جلد: ۶۵۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۵۳-۶۵-۵
شماره پیگیری: ۲۲۲۶۰۲۱
مراکز پخش:
۱- موسسه کتابیران: تهران، خیابان لبافی نژاد، بین فروردین و اردیبهشت، پلاک ۲۳۸، تلفن: ۰۶۶۴۹۴۴۰۹-۶۶۴۱۱۱۷۳-۲۱.
۲- کتابفروشی شهر کتاب: یزد، میدان آزادی، ابتدای خیابان فرخی، تلفن: ۰۳۵-۳۶۲۷۱۵۳۸-۹.

پیشگفتار

امروزه ذخایر معدنی فسفات منبع اصلی تولید اسید فسفریک و انواع کودهای فسفاته هستند. نیاز روز افزون کشاورزی به این نوع کودها باعث توسعه روش‌های فرآوری سنگ معدنی فسفات و روش‌های تولید انواع کودهای فسفاته از سال ۱۹۰۰ میلادی تاکنون شده است. مصرف P_2O_5 در دنیا در سال ۲۰۱۹ میلادی، ۴۷ میلیون تن بوده است و تخمین زده شده است که این مقدار در سال ۲۰۲۳ به ۵۰ میلیون تن نیز برسد. حدود ۹۵ درصد از تولید جهانی فسفات در صنایع کود مورد استفاده قرار می‌گیرد. وجود ذخایر متعدد معدنی فسفات در ایران و خاورمیانه، همچنین حضور فسفات به عنوان محصول جنبی فرآوری آهن در ذخایر ایران مرکزی، اهمیت مطالعه روش‌های فرآوری آن را برای پاسخ گویی به نیاز روز افزون کشاورزی کشور و منطقه مشخص می‌نماید. در میان روش‌های متنوع فرآوری فسفات‌ها، فلوتاسیون مهمترین روش محسوب می‌شود.

در نگارش کتاب حاضر تلاش شده است تا در ابتدا به صورت مختصر و مفید به ذخایر، کاربردها، روش‌های شناسایی، کانی‌شناسی و روش‌های فرآوری فسفات اشاره شود. در ادامه به شیمی فلوتاسیون و روش‌های صنعتی فلوتاسیون فسفات پرداخته شده و مروری بر فرآوری فسفات در ایران آورده شده است. مطالب علمی و صنعتی و گستره بسیار وسیع و جامع منابع استفاده شده، علاوه بر اینکه می‌تواند برای دانشجویان و محققان رشته مهندسی معدن و دیگر دانشجویان علاقه‌مند مفید باشد، برای کارشناسان فرآوری مواد معدنی کارخانجات فرآوری آهن و فسفات مورد استفاده خواهد بود.

امید است که قدمی هرچند کوچک در راه پیشرفت ایران عزیز برداشته باشیم. منتظر دریافت نظرات ارزشمند خوانندگان گرامی خواهیم بود.

دکتر محمد رضا صمدزاده یزدی

تابستان ۱۴۰۰

فهرست عناوین

بیشگفتار

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- تولید و ذخایر سنگ فسفات ۳
- ۳-۱- پراکندگی ذخایر فسفات در جهان و ایران ۷
- ۱-۳-۱- آمریکای شمالی ۸
- ۲-۳-۱- آفریقا ۹
- ۳-۳-۱- آمریکای جنوبی ۱۰
- ۴-۳-۱- اروپا ۱۰
- ۵-۳-۱- کشورهای شوروی سابق ۱۱
- ۶-۳-۱- آسیا ۱۲
- ۷-۳-۱- استرالیا، زلاندنو و اقیانوسیه ۱۳
- ۸-۳-۱- خاورمیانه ۱۴
- ۴-۱- کاربردهای فسفات ۱۶
- ۱-۴-۱- تاریخچه ۱۶
- ۲-۴-۱- کودهای کشاورزی ۱۸
- ۳-۴-۱- اسید فسفریک ۱۹
- ۵-۱- ملاحظه‌های زیست‌محیطی فسفات‌ها ۲۳
- ۶-۱- اهمیت عناصر نادر خاکی در ذخایر فسفات ۲۸
- ۱-۶-۱- طبقه‌بندی زمین‌شناسی ذخایر REE ۲۸
- ۲-۶-۱- عناصر نادر خاکی در ایران ۲۹
- ۷-۱- روش‌های شناسایی مواد معدنی فسفاته ۲۹
- ۱-۷-۱- پراش پرتو ایکس (XRD) ۳۰
- ۲-۷-۱- طیف‌سنج فلورسانس پرتو ایکس (XRF) ۳۴
- ۳-۷-۱- طیف‌سنجی مادون قرمز (IR) ۳۴
- ۴-۷-۱- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۳۵
- ۵-۷-۱- آنالیز حرارتی (DTA) و (TGA) ۳۶

فصل دوم: کانی‌شناسی ذخایر معدنی فسفات

۳۹	۱-۲-۱- مقدمه
۴۰	۲-۲-۱- کانی‌های فسفات
۴۰	۱-۲-۲- کانی‌های گروه آپاتیت
۴۲	۱-۱-۲-۲- فرانکولیت
۴۲	۲-۱-۲-۲- دالیت
۴۳	۳-۱-۲-۲- کلروآپاتیت
۴۳	۴-۱-۲-۲- پیرومورفیت
۴۳	۵-۱-۲-۲- الستادیت
۴۴	۶-۱-۲-۲- فلوئورآپاتیت
۴۴	۷-۱-۲-۲- هیدروکسی آپاتیت
۴۴	۲-۲-۲- کلوفان
۴۵	۳-۲-۲- مونازیت
۴۵	۴-۲-۲- آمبلی‌گونیت
۴۵	۵-۲-۲- وارسکایت
۴۸	۳-۲-۱- کانی‌های باطله رایج
۴۸	۱-۳-۲- رس‌ها
۴۸	۲-۳-۲- کوارتز
۴۹	۳-۳-۲- اکتینولیت و ترمولیت
۴۹	۴-۳-۲- دولومیت
۵۰	۵-۳-۲- کلسیت
۵۰	۶-۳-۲- کانی‌های اکسید آهن
۵۱	۴-۲-۱- کانی‌شناسی فسفات رسوبی
۵۳	۵-۲-۱- کانی‌شناسی فسفات آذرین
۵۵	۶-۲-۱- کانی‌شناسی ذخایر بیوژنیک (جزیره‌ای)

فصل سوم: روش‌های فرآوری فسفات

۵۷	۱-۳-۱- مقدمه
۵۸	۲-۳-۱- پرعیارسازی کانسنگ فسفات با استفاده از روش‌های جدایش فیزیکی
۵۸	۱-۲-۳- نرمه‌زدایی، سایش و دانه‌بندی
۶۲	۲-۲-۳- دانه‌بندی و خردایش انتخابی

۶۴	۳-۲-۳- جدایش واسطه سنگین
۶۵	۳-۲-۳-۱- سیال‌های واسطه سنگین
۶۶	۳-۲-۳-۲- جدایش واسطه سنگین با استفاده از سیکلون واسطه سنگین
	۳-۲-۳-۳- پرعیارسازی کانسنگ فسفات رسوبی دارای منیزیم زیاد با استفاده از سیکلون
۶۸	واسطه سنگین
۷۰	۳-۲-۴- جدایش ثقلی با جیگ
	۳-۲-۴-۱- استفاده از جیگ به منظور پرعیارسازی کانسنگ فسفات رسوبی دارای منیزیم
۷۲	زیاد
۷۶	۳-۲-۵- جدایش الکترواستاتیکی
۷۸	۳-۲-۶- جدایش مغناطیسی
۷۹	۳-۳- فلوتاسیون فسفات
۸۱	۳-۳-۱- دستگاه‌های فلوتاسیون
۸۲	۳-۳-۱-۱- سلول فلوتاسیون مکانیکی
۸۳	۳-۳-۲- فلوتاسیون ستونی
۹۰	۳-۳-۲- فلوتاسیون نمک‌های کم‌محلول

فصل چهارم: فلوتاسیون کانی‌های فسفات

۹۳	۴-۱- مقدمه
۹۴	۴-۲- خصوصیات سطحی کانی‌های فسفات
۹۷	۴-۳- فلوتاسیون کانی آپاتیت
۱۰۰	۴-۴- مواد شیمیایی مورد استفاده در فرآیند فلوتاسیون کانی‌های فسفات
۱۰۰	۴-۴-۱- کلکتورها
۱۱۱	۴-۴-۲- بازداشت‌کننده‌ها
۱۱۱	۴-۴-۲-۱- بازداشت‌کننده کربنات‌ها و سیلیکات‌ها
۱۱۳	۴-۴-۲-۲- بازداشت‌کننده فسفات
۱۱۶	۴-۵- تاثیر دما بر نرخ فلوتاسیون آپاتیت
۱۲۱	۴-۶- تاثیر اندازه ذرات بر فلوتاسیون آپاتیت
۱۲۱	۴-۷- فلوتاسیون کلوفان
۱۲۲	۴-۸- فلوتاسیون مونازیت
۱۲۵	۴-۹- فلوتاسیون فرانکولیت