



MONAZITE CONCENTRATE



معرفی عناصر نادر خاکی و کاربردهای آن

عناصر نادر خاکی (REEs) شامل ۱۷ عنصر شیمیایی حیاتی هستند که به دلیل ویژگی‌های خاص فیزیکی و شیمیایی خود، در بسیاری از صنایع پیشرفته و فناوری‌های نوین کاربردهای گسترده‌ای دارند. این عناصر که شامل لانتانیدها، اسکاندیم و ایتریم می‌شوند در ساخت آهنرباهای دائمی، باتری‌های پیشرفته، کاتالیزورها، نمایشگرهای الکترونیکی، داروهای خاص، تجهیزات مخابراتی و تجهیزات تخصصی دفاعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، عناصر نادر خاکی نقش مهمی در صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر مانند توربین‌های بادی و خودروهای الکتریکی ایفا می‌کنند، زیرا به بهبود کارایی و کاهش وزن تجهیزات کمک می‌کنند. ذخایر جهانی عناصر نادر خاکی عمدتاً در کشورهای چین، آمریکا، روسیه، هند و استرالیا متمرکز شده است. در ایران، ذخایر مونازیت به عنوان یکی از منابع مهم عناصر نادر خاکی شناخته می‌شوند که با داشتن ذخایر قابل توجهی از این عناصر در مخروط افکنه مروست و به صورت کلی زون سنج سیرجان، پتانسیل بالایی برای تبدیل شدن به یکی از تولیدکنندگان عمده در منطقه و حتی جهان دارد. میزان تقاضای عناصر نادر خاکی از سال ۲۰۲۳ تا سال ۲۰۳۳ از ۲۰۰ هزار تن به حدود ۳۰۰ هزار تن خواهد رسید. طبق پیش بینی‌ها بیشترین تقاضا مربوط به عنصر نئودیم است، که این عنصر از مواد اولیه اصلی مورد استفاده در صنایع مگنت‌ها و سپراتورها می‌باشد.





آهنربای دائمی



باتری



تراشه



هوافضا



شیشه و سرامیک





معرفی کارخانه نیمه صنعتی (پابلوت) تولید عناصر نادر خاکی و محصولات آن:

کارخانه نیمه صنعتی فرآوری و استحصال عناصر نادر خاکی با تکیه بر توان اندیشمندان داخلی به صورت کاملاً بومی و داخلی با دانشی منحصر به فرد در طراحی و ساخت اسپیرال ها، میز لرزان و سپراتور برای اولین بار در خاورمیانه توسط شرکت تجلی توسعه معادن و فلزات ساخته و به بهره برداری رسیده است و محصول آن تولید کنسانتره مونازیت با عیار ۳۰ الی ۴۰ درصد TREO می باشد. عیار متوسط REE در معادن تحت تملک تجلی در منطقه مروست به طور متوسط حدوداً ۱۷۹ گرم بر تن می باشد. ظرفیت ورودی کارخانه کوچک مقیاس ساخته شده ۶۰ تن خاک معدن به صورت روزانه و ۱۲ کیلوگرم محصول کنسانتره مونازیت با عیار حداقل ۳۰ درصد TREO می باشد. روزانه ۶۰ تن خاک در محل معدن سرنده و حدود ۲۰ تن با ابعاد زیر ۱ میلی متر به محل کارخانه کوچک مقیاس ارسال می شود.



سپراتور:

سپراتور در واحدهای فرآوری مرتبط با هر کانی و خواص فیزیکی و مغناطیسی آن‌ها تعریف و تجهیز می‌شود. در سپراتورهای متداول تجاری، میدان مغناطیسی مورد نظر، از نوع چینش آهن ربا، جنس آهنربای به کار رفته (سرامیکی-نئودیموم) و ... تامین می‌شود و به دلیل اینکه پایه این سپراتورها بر آهنربای دائمی استوار است، سپراتور به صورت تک گوس بوده و گوس‌های متغیر را تامین نمی‌کند، در سپراتور ساخته شده برای کارخانه کوچک مقیاس هیچ نوع آهنربایی به کار نرفته و تامین میدان مغناطیسی هدف توسط جریان برق DC و برپایه الکترومگنتیک است، که تفاوت ساختاری بسیار زیادی با سپراتورهای معمول و تجاری دارد، در سپراتورهای معمول و موجود در بازار، حد بحرانی شار مغناطیسی ۱۳۰۰۰ گوس است در حالی که شار مغناطیسی سپراتور ساخته شده در دموپلنت حاضر ۲۲ هزار گوس می‌باشد.

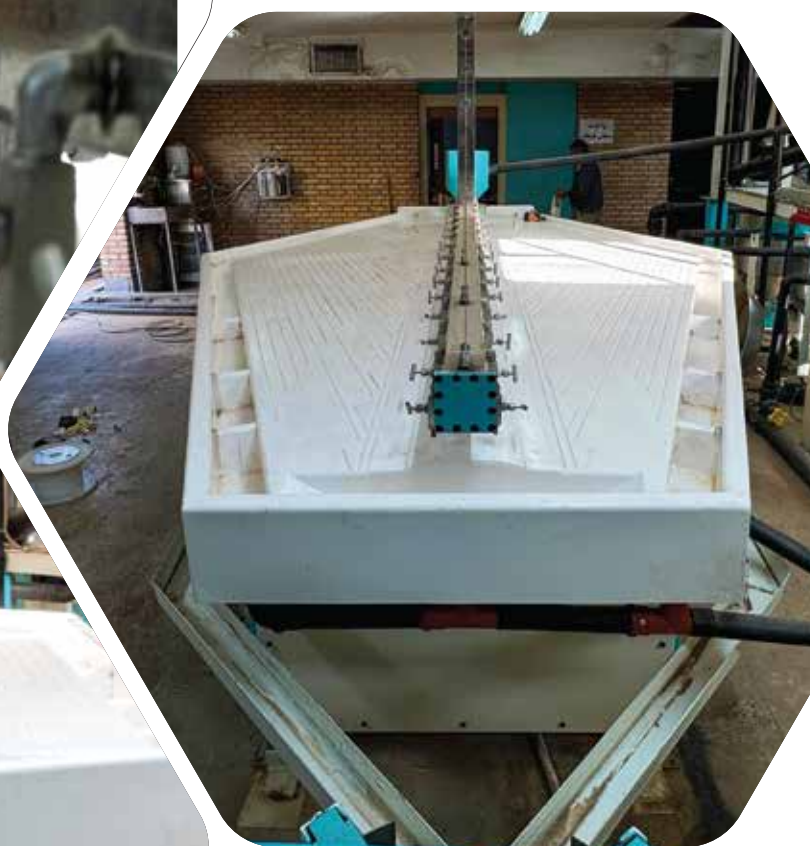
از آنجایی که در آهن رباهای دائمی شدت میدان مغناطیسی از نوک لبه خارجی آهنربا به سمت وسط آن متغیر است به طوریکه بیشترین شدت میدان در لبه خارجی قطبین و کمترین آن در وسط می‌باشد، جذب مواد مغناطیسی در طول سپراتور به طور یکنواخت نبوده و ممکن است مقداری از کانه به داخل باطله وارد گردد. از این روی این گونه سپراتورها علاوه بر عدم کارایی، برای مواد معدنی ارزشمند مقرون به صرفه نمی‌باشند. در سپراتور موجود در این دموپلنت به دلیل استفاده از جریان DC برای ایجاد میدان مغناطیسی، شدت میدان در طول دستگاه از یکنواختی انتخابی خوبی برخوردار است.

از ویژگی‌های سپراتور ساخته شده، می‌توان به انحصاری بودن این سپراتور پیشرفته و تحریمی از دانش فنی، طراحی، ساخت و چند کاربردی (سپراتور گوس متغیر با امکان ایجاد گوس ۲۰،۰۰۰ و تا توان ایجاد گوس ۳۵،۰۰۰ در جهان اشاره نمود.



میز جمینی:

این میز لرزان از آن نظر یونیک است که دقیقاً مطابق با رفتار کانی موناژیت مروست طراحی شده است و شکل شیارها و مسیر و میزان آب جاری بر روی آن، هم چنین نوع فرکانس و طراحی خروجی های آن بر اساس دانسیته و مشخصات فیزیکی، میزان تخلخل و شکل کروی موناژیتها طراحی شده است تا بهترین راندمان را داشته باشد.



MONAZITE CONCENTRATE



اسپیرال:

با طراحی و توسعه اسپیرال‌های کلینر و فارم، یک گام بزرگ در بهبود فرآوری مونازیت‌ها، نظیر مطالعات کانی شناسی و طراحی خطوط فرآوری براساس مشخصات کانی هدف و پیوندهای پیچیده شیمیایی مونازیت مروست برداشته شده است، این مجموعه با تکیه بر دانش فنی و تخصص خود، صفحات اسپیرال را براساس مشخصات فیزیکی و ترمودینامیک کانی هدف، نحوه عبور جامد بر سیال و دیگر موارد این چنینی طراحی کرده که بیشترین راندمان را در فرآوری مواد باتوجه به دانسیته مونازیت‌ها داشته باشند. این اسپیرال‌ها با توجه به نیازهای خاص فرآوری مواد معدنی طراحی شده‌اند و قابلیت ارائه عملکرد بهینه را دارند.

سیستم تصفیه آب:

فرآیند استحصال و فرآوری مونازیت و تولید کنسانتره مونازیت، یک فرآیند ثقلی می باشد لذا میزان مصرف آب در این فرآیند بسیار زیاد می باشد. با توجه به مشکل کم آبی در کشور و در صنایع و علی الخصوص منطقه مروست، طراحی سیستم تصفیه آب با قابلیت بازگشت ۹۰ الی ۹۵ درصد آب مصرفی به سیستم در دستور کار قرار گرفت. در این راستا فیلتر پرس و کلاریفایر و مخازن فلوکولانت طراحی و ساخته شد و با استفاده از فلوکولانت ها آب خروجی از مدار تصفیه و مجدداً به اول خط تولید باز می گردد.

آب خروجی از مدار به کلاریفایر منتقل شده سپس فلوکولانت مورد نیاز تزریق می شود. گل حاصله ته نشست می کند و توسط یک پمپ وارد فیلتر پرس می شود و آب تمیز از فیلتر پرس به مخزن آب وارد می شود و مجدداً این آب به مدار تولید بر می گردد.



MONAZITE CONCENTRATE



MONAZITE CONCENTRATE



محصول تولیدی نیمه نهایی:

کنسانتره مونازیت با عیار میانگین ۳۰ الي ۴۰ درصد TREO

کنسانتره فیزیکی مونازیت در اصل به تجمع مونازیتها در بخش محصول اطلاق می‌شود، که در تمام معادن جهان اولین بخش از تولید محصولات نهایی تولید کنسانتره فیزیکی REE میباشد، بدین معنا که در معادن مختلف کانی هدف که در اینجا مونازیت است پرعیار شده تا هم محصول قابل فروش در بازار باشد هم برای تولید REO با توجه به بالارفتن عیار عناصر نادر خاکی بهتر بتوان با اشکال مختلف جدایش یونی را انجام داد. کنسانتره فیزیکی مونازیت مروست شامل عناصر نادر خاکی از لانتانیوم تا لوتیتیوم به همراه اسکاندیوم، ایتریوم، توریم و عنصر ارزشمند گالیوم است. پایین بودن عیار اکتینیدها در مونازیت مروست بزرگترین مزیت این تیپ مونازیت در مقایسه با نمونه‌های بایان اوبو، ماناوال کوروچی، استسنکمپسکرا، و سراورد میباشد

MONAZITE CONCENTRATE



تولید اکسید های موجود در کنسانتره مونازیت مروست:

در کانی مونازیت مروست عناصر نادر خاکی وجود دارد که تمامی آن ها بشرح ذیل استحصال و تولید شده است.

لانتانیم، سریوم، یوروپیم، پرازدیم
 نئودیم، دیسپرزیم، گادولونیوم، اربیوم
 لوتیتیوم، ایتربیوم، اسکاندیوم، ایتربیوم
 تربیوم، ساماریوم، هولمیوم، تالیوم

اقدامات و مراحل انجام شده جهت تولید:

- شرکت در مزایده و اعلام برنده مزایده دو معدن مروست باختری و خاوری
- تکمیل مراحل اکتشافی و افزایش ذخیره معدن مروست باختری از ۹,۴ میلیون تن به مقدار ۴۰ میلیون تن
- تکمیل مراحل اکتشافی و افزایش ذخیره معدن مروست خاوری از ۲۳ میلیون تن به ۸۵ میلیون تن
- تولید آزمایشی کنسانتره مونازیت و تهیه گزارش توجیهی و اخذ نتیجه مثبت از نتایج حاصله
- همکاری با آقای دکتر تراب استاد دانشگاه یزد جهت نگارش گزارش های فنی و اخذ پروانه های بهره برداری معادن مروست باختری و خاوری
- انعقاد قرارداد با شرکت دانش بنیان آرسس جهت احداث کارخانه کوچک مقیاس (نیمه صنعتی) جهت تولید کنسانتره مونازیت
- ساخت، تکمیل و راه اندازی کارخانه کوچک مقیاس با هدف تولید کنسانتره مونازیت با عیار ۳۰ الی ۴۰ درصد مجموع اکسید عناصر نادر خاکی
- تایید فرآیندی خط تولید کارخانه کوچک مقیاس توسط ناظر فرآوری جناب آقای دکتر معطر از دانشگاه شریف
- تایید تست عملکردی تجهیزات معدنی توسط ناظر پروژه شرکت پامیدکو
- تهیه نمونه معرف از معدن جهت تحویل فرایندی کارخانه کوچک مقیاس توسط شرکت اسپیر به عنوان ناظر کارگاهی، و انجام تست گرم تجهیزات و تست عملکردی دقیق آن ها بر اساس ظرفیت، بازیابی و عیار اعلام شده
- ساخت تجهیزات تکمیلی بابت تولید محصولات همراه شامل مانند تیتانیوم، استرانسیوم و زیرکون و محصولات جانبی مانند آهن و سیلیس ریزدانه
- انجام تحقیق و توسعه و تولید محصولات با ارزش افزوده بیشتر مانند اکسیدهای عناصر نادر خاکی به صورت تفکیکی، کلریدهای عناصر نادر خاکی، فلکسی اکسیدهای عناصر نادر خاکی به صورت تجمیعی در مقیاس آزمایشگاهی
- ساخت تمامی تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز جهت تولید محصولات در کارخانه کوچک مقیاس
- ساخت دستگاه الکترونیینگ جهت تولید فلزات عناصر نادر خاکی
- افتتاح و اعلام رسمی شروع به کار کارخانه کوچک مقیاس توسط وزیر محترم صمت جناب آقای دکتر اتابک و آقای دکتر سعدمحمدی
- شروع مطالعه و برنامه ریزی جهت احداث کارخانه تولید انبوه عناصر نادر خاکی
- اخذ نظر کارشناس محیط زیست، وزارت صمت و سایر ارگان ها جهت تخصیص زمین و میخ کوبی ۴ گوشه زمین به متراژ ۱۵ هکتار
- اخذ جواز تأسیس احداث کارخانه عناصر نادر خاکی در محل معدن
- انعقاد قراردادهای زیر در راستای احداث کارخانه تولید انبوه عناصر نادر خاکی انجام شده یا در جریان پایانی میباشد:
- انعقاد قرارداد ژئوفیزیک تکمیلی با شرکت کوشا معدن
- انعقاد قرارداد الزامات احداث کارخانه شامل مکانیک خاک، توپوگرافی، هیدرولوژی و جانمایی
- انعقاد قرارداد طراحی استخراج معادن با شرکت کوشا معدن
- انعقاد قرارداد انجام خدمات طراحی و مهندسی
- انعقاد قرارداد تسطیح ۶ هکتار از زمین کارخانه
- انعقاد قرارداد بررسی زیست محیطی احداث کارخانه تولید عناصر نادر خاکی
- انعقاد خرید تجهیزات و انتقال برق ۲۴۹ کیلوواتی برای دوران احداث
- انعقاد قرارداد ساخت تجهیزات core equipment استخر آب و سوله های تولید کارخانه تولید انبوه عناصر نادر خاکی محاسبه، طراحی و مهندسی استخر آب مورد نیاز
- انعقاد قرارداد ساخت تجهیزات و ماشین آلات
- در جریان ثبت اختراع ساخت تجهیزات و ماشین آلات و ثبت دانش فنی تولید اکسیدها



دستاوردهای علمی شرکت تجلی:

- شناسایی دقیق کانی فسفات‌ها حاوی REE در پلاسما مروست
- مطالعات لایه ای کانی هدف تا ابعاد میکرومتر
- شناسایی و معرفی عنصر گادولونیوم به عنوان حلقه اتصال یون های عناصر نادر خاکی
- شناسایی لایه های پیچیده فسفات داخل شبکه کانی هدف
- شناسایی کانی چرالیت و برابانتیت
- شناسایی کانی اسپین اسپراتین
- شناسایی کانی بورانگیت در ابعاد نانومتر در دل هسته مونازیت تیپ چرالیت مروست
- کسب دانش نانو کردن مونازیت
- جدای شیون های محلول در آب در ابعاد نانومتری بر اساس خواص نانومتريک عناصر نادر خاکی
- تهیه مدل لیچ هالیدی
- تهیه و تولید مدل لیچ آبی عناصر نادر خاکی مروست
- شکست طول پیوندهای عناصر نادر خاکی چرالیت‌های مروست بر اساس پیرو متالورژی
- حذف فسفات و آکتینیدها بر اساس لیچ آب اکسیژنه برای اولین بار
- استفاده از سدیم کربنات، اسید کلریدریک و اسید اگزالیک و در نهایت تولید نمک های اگزالیات عناصر نادر خاکی
- تجزیه و باردار کردن اسکاندات‌ها در شرایط محیطی خاص و تقسیم طول پیوندها بر اساس پیوند لانتانوم-اسکاندیوم
- تهیه اولین مدل استاندارد خوانش عناصر نادر خاکی با دستگاه ICP-MS
- امکان تست پالوت سایر مواد معدنی با فرایند ثقلی نظیر کروم، منگنز، آهن هماتیتی و در کارخانه کوچک مقیاس
- اثبات توانمندی درخصوص فرآوری عناصر نادر خاکی از معدن کم عیار با میانگین ۱۷۹ ppm
- اثبات توانمندی ها از طریق آزمایشگاه های داخلی و خارجی

دستاوردهای علمی شرکت تجلی:

- دارنده اولین پرونده بهره برداری عناصر نادر خاکی
- کسب دانش تولید کنسانتره عناصر نادر خاکی
- کسب دانش تولید اکسید عناصر نادر خاکی
- اولین دارنده کارخانه نیمه صنعتی تولید کنسانتره عناصر نادر خاکی
- اولین تولید کننده بومی و انحصاری تجهیزات و خط تولید کنسانتره و اکسید های عناصر نادر خاکی
- بومی سازی ۱۰۰ درصدی دستگاه الکتروپینینگ با گوس بالا



اشخاص و مشارکت کننده ها

شرکت توسعه معادن و صنایع آرسس جوینت ونچر اصلی شرکت تجلی و به عنوان شرکت دانش بنیان مخترع و سازنده با مدیریت آقایان امین افصحی و یاسر برم دانشگاه شهید بهشتی به عنوان ناظر اکتشافات معدنی با نمایندگی آقای دکتر احتشامی دانشگاه صنعتی شریف به عنوان ناظر فرآوری با نمایندگی آقای دکتر معطر شرکت اسپیر به عنوان ناظر کارگاهی و تولید نمونه شاهد معدنی آقای دکتر تراب استاد دانشگاه یزد به عنوان مجری عملیات اخذ پروانه بهره برداری شرکت پامیدکو به عنوان ناظر فنی ساخت کارخانه نیمه صنعتی با مدیریت آقای مهندس دشت بزرگی آقایان دکتر الله داد، مهندس پورنیک، خانم ها دکتر بنی اسدی و آزادی مهر







