

راهنمای واکنشگرهای فلو تاسیون Handbook of Flotation Reagents

جلد اول:

شیمی، تئوری و عملیات

تالیف: سرد جان ام بولاتویچ

ترجمه:

• دکتر سید محمد جواد کلینی

(عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس)

• مهندس فراز سلطانی

• مهندس یاسر کیانی نیا

سرشناسنامه: سرد جان ام بولاتویچ - Srdjan M. bulatovic
 عنوان و نام پدید آورنده: راهنمای واکنشگرهای فلو تاسیون / تالیف سرد جان ام بولاتویچ
 مترجم: سید محمد جواد کلینی، فراز سلطانی، یاسر کیانی نیا
 مشخصات نشر: تفرش، دانشگاه تفرش، ۱۳۹۲
 مشخصات ظاهری: ج: مصور، جدول، نمودار
 شابک: دوره: ۴-۸۹-۶۲۴۴-۹۶۴-۹۷۸ ج ۱: ۴-۹۲-۶۲۴۴-۹۶۴-۹۷۸
 یادداشت: عنوان اصلی: Handbook of flotation reagents
 رده بندی کنگره: ۱۳۹۲ ب۹۲/ب۵۲۳TN
 رده بندی دیویی: ۶۲۲/۷۵۲
 شماره کتاب شناسی ملی: ۳۳۵۷۲۵۵

راهنمای واکنشگرهای فلو تاسیون (جلد اول)

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۲
 تالیف: دکتر سید محمد جواد کلینی، مهندس فراز سلطانی، مهندس یاسر کیانی نیا
 ناشر: انتشارات دانشگاه تفرش
 شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
 چاپ: دیدار پارسیان
 قیمت: ۱۱۰۰۰۰ ریال



انتشارات دانشگاه تفرش: Email: nashr@tafresh.ac.ir

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه تفرش محفوظ است

الف	.....	مقدمه مولف
ج	.....	مقدمه مترجمین
۱	.....	فصل ۱ طبقه بندی واکنشگرهای فلوتاسیون
۵	.....	فصل ۲ کلکتورها
۵	.....	۱-۲ طبقه بندی
۷	.....	۲-۲ کلکتورهای اکسیدریل
۹	.....	۱-۲-۲ کریوکیلات ها
۱۲	.....	۲-۲-۲ آلکیل سولفات ها
۱۴	.....	۳-۲-۲ سولفونات ها
۱۴	.....	۴-۲-۲ هیدروکسامات ها
۱۶	.....	۵-۲-۲ سولفوساکسینات ها و سولفموساکسینامات ها
۱۷	.....	۶-۲-۲ اسید فسفینیک
۱۷	.....	۷-۲-۲ استرهای اسید فسفریک
۱۹	.....	۸-۲-۲ کلکتورهای سولفیدریل
۱۹	.....	مرکاپتان ها
۲۱	.....	۹-۲-۲ مشتقات سولفور و نیتروژن مربوط به اسید کربنیک
۲۱	.....	گزینات ها و اسیدهای گزینتیک

۳۱	 ۲-۲-۱۰ دی تیوفسفینات ها
۳۲	 ۲-۲-۱۱ تری تیوکر بنات ها و مرکاپتوبینزوتیوزول های جانشین شده
۳۳	 ۲-۲-۳ دی تیوفسفات ها
۳۵	 ۲-۲-۱ واکنشگرهای کی لیت ساز در فلوتاسیون
۳۷	 ۲-۴-۴ کلکتورهای کاتیونی
۳۸	 ۲-۴-۱ آمین های چرب
۴۰	 ۲-۲-۲ اتر آمین ها
۴۱	 ۲-۴-۳ کاندنسیت ها
۴۱	 ۲-۴-۴ فعالیت سطحی کاتیونی آمین ها
۴۲	 ۲-۴-۵ کلکتورهای آمفوتریک
۴۴	 ۲-۵ واکنشگرهای غیر یونی
۴۵	 منابع

۴۷	 فصل سوم کفسازها
۴۷	 ۳-۱ تعریف و خصوصیات کفسازها
۴۸	 ۳-۲ اثر کلکتور روی خصوصیات کفسازی
۴۸	 ۳-۳ طبقه بندی کفسازها
۴۹	 ۳-۴ کفسازهای اسیدی
۴۹	 ۳-۴-۱ فنول ها
۵۱	 ۳-۴-۲ آلکیل آریل سولفونات ها
۵۱	 ۳-۵ کفسازهای پایه
۵۲	 ۳-۶ کفسازهای خنثی
۵۲	 ۳-۶-۱ الکل های آلیفاتیک
۵۳	 ۳-۶-۲ الکل حلقوی (ترپینول های آلفا)
۵۴	 ۳-۶-۳ آلکوکسی پارافین ها
۵۵	 ۳-۶-۴ پلی گلیکول اترها

۵۵ ۵-۶-۳ پلی پروپیلن گلیکول اترها.

۵۶ ۶-۶-۳ پلی گلیکول گلیسرول اترها.

۵۷ فصل چهارم تنظیم کننده ها

۵۷ ۱-۴ طبقه بندی تنظیم کننده ها

۵۸ ۲-۴ عملکرد اسلاچ کننده ها.

۶۰ ۳-۴ تنظیم کننده های غیر آلی

۶۰ ۱-۳-۴ اسیدها و قلیاها

۶۴ ۲-۳-۴ نمک ها

۷۵ ۴-۴ تنظیم کننده های آلی

۷۵ ۱-۴-۴ پلیمرهای آلی

۸۲ ۲-۴-۴ اسیدهای آلی - کربو سیلات ها

۸۳ ۵-۴ ترکیبات کی لیت سازه عنوان باردارنده های گانگ

۸۵ منابع

۸۷ فصل پنجم فلوکولانت ها

۸۷ ۱-۵ مقدمه

۸۷ ۲-۵ طبقه بندی فلوکولانت ها، کوگولانت ها و بازدارنده ها.

۸۸ ۱-۲-۵ فلوکولانت های غیر آلی

۸۸ ۲-۲-۵ فلوکولانت های آلی

۹۱ ۳-۵ کاربرد عمومی

۹۲ منابع

۹۳ فصل ششم خلاصه ای از جنبه های تئوری فلوتاسیون

۹۳ ۱-۶ مقدمه

۹۴ ۲-۶ سیستم سه فازی و اهمیت آن در فلوتاسیون

۹۵ ۱-۲-۶ فاز اجزاء کانی

۹۷	 ۲-۲-۶ فاز مایع
۹۹	 ۳-۲-۶ فاز هوا
۹۹	 ۳-۶ تئوری فلوتاسیون
۱۰۳	 ۱-۳-۶ خصوصیات الکتریکی مربوط به سطوح مشترک، دو لایه ی الکتریکی و پتانسیل زتا
۱۰۸	 ۲-۳-۶ تئوری های جذب سطحی
۱۱۱	 ۳-۱-۶ هیمی کلونید و جذب سطحی- تئوری همی میسل
۱۱۱	 ۴-۶ قابلیت مرطوب شدن و زاویه ی تماس در فرآوری مواد معدنی
۱۱۲	 ۱-۴-۶ روابط قابلیت تر شدن و زاویه ی تماس
۱۱۳	 ۲-۴-۶ تفسیر زاویه ی تماس
۱۱۵	 ۵-۶ آبرانی و جذب کانی بر روی حباب
۱۱۵	 ۱-۵-۶ آبرانی
۱۱۸	 ۲-۵-۶ جذب کانی ها بر روی حباب
۱۲۳	 ۳-۵-۶ سینتیک اتصال ذرات کانی بر روی حباب
۱۲۵	 ۴-۵-۶ سرعت فلوتاسیون
۱۳۴	 منابع

۱۳۷	 فصل هفتم مکانیسم جذب سطحی کلکتورهای فلوتاسیون
۱۳۷	 ۱-۷ مقدمه
۱۳۸	 ۲-۷ روشهای مورد استفاده در این مطالعات
۱۴۰	 ۳-۷ ملزومات جذب سطحی کلکتور
۱۴۲	 ۴-۷ مکانیسم جذب سطحی کلکتور سولفیدریل
۱۴۲	 ۱-۴-۷ خواص کلکتورهای سولفیدریل در محلول
۱۴۵	 ۲-۴-۷ مکانیسم جذب سطحی
۱۴۷	 ۳-۴-۷ سطح کانی سولفیدی تحت شرایط فلوتاسیون
۱۵۱	 ۵-۷ مکانیسم جذب سطحی کلکتورهای غیر تیول
۱۵۱	 ۱-۵-۷ خصوصیات کلکتورهای غیر تیول در محلول

۱۵۶	 ۲-۵-۷ مکانیسم جذب کلکتورها
۱۶۲	 ۳-۵-۷ برخی فاکتورهای مؤثر بر جذب سطحی کلکتور و ارتباط آن ها با فلوتاسیون ...
۱۶۴	 منابع

فصل هشتم فعل و انفعال تنظیم کننده های غیر آلی

۱۶۹	 ۱-۸ مقدمه
۱۷۱	 ۲-۸ بر همکنش تنظیم کننده ها در فلوتاسیون سولفیدی
۱۷۱	 ۱-۲-۸ عمل فعال کردن تنظیم کننده ها
۱۷۷	 ۲-۲-۸ واکنش بازداشت تنظیم کننده ها
۱۹۱	 ۳-۲-۸ یون های هیدروژن و هیدروکسید
۱۹۵	 ۴-۲-۸ اکسیژن به عنوان عامل تنظیم کننده در فلوتاسیون مواد معدنی سولفیدی
۱۹۶	 ۳-۸ واکنش تنظیم کننده ها در غیر فلزها
۱۹۷	 ۱-۳-۸ تنظیم کننده های حاوی گوگرد و ظرفیتی
۱۹۹	 ۲-۳-۸ سیلیکات سدیم
۲۰۱	 ۳-۳-۸ فلوریدها
۲۰۲	 ۴-۳-۸ یون های فلزی
۲۰۳	 ۵-۳-۸ نقش یون های غیر آلی
۲۰۴	 منابع

فصل نهم برهم کنش واکنشگرهای تنظیم کننده ی آلی

۲۰۷	 ۱-۹ مقدمه
۲۰۸	 ۲-۹ خلاصه ای از جنبه های تئوری جذب سطحی پلیمر
۲۰۸	 ۱-۲-۹ مدل های تئوری
۲۰۹	 ۲-۲-۹ مدل شبکه ای اسپچنس و فلیر
۲۱۰	 ۳-۲-۹ تئوری مفهوم مقیاس گذاری
۲۱۱	 ۳-۹ اثر ویژگی های پلیمرها روی عملکردشان به عنوان بازدارنده ها

۲۱۱	 ۱-۳-۹ گونه های پلیمریک در برابر مونومریک
۲۱۲	 ۱۲-۳-۹ اثر نوع گروه های عامل
۲۱۲	 ۱۳-۳-۹ اثر پیکربندی استئاریک گروه های عامل و ثبات استئاریک
۲۱۳	 ۴-۳-۹ چگالی بار
۲۱۳	 ۴-۹ عملکرد پلیمرها به عنوان بازداشت کننده
۲۱۴	 ۱-۴-۹ عملکرد پلیمرهای غیر یونیک
۲۲۱	 ۲-۴-۹ پلیمرهای آنیونی
۲۲۴	 ۳-۴-۹ پلیمرهای کاتیونی
۲۲۶	 ۵-۹ نتیجه گیری
۲۲۸	 منابع

۲۳۱	 فصل دهم عملکرد کفسازهای فلوتاسیون
۲۳۱	 ۱-۱۰ مقدمه
۲۳۲	 ۲-۱۰ تئوری عملکرد کفسازها
۲۳۵	 ۳-۱۰ مکانیزم عملکرد کفساز
۲۳۵	 ۱-۳-۱۰ کفسازها و انتشار حباب ها در سلول فلوتاسیون
۲۳۶	 ۲-۳-۱۰ کفسازها و سرعت صعود حباب ها در پالپ
۲۳۶	 ۴-۱۰ کف های دوفازی
۲۳۹	 ۵-۱۰ کف های سه فازی
۲۴۲	 ۶-۱۰ عملکرد کفسازها در حضور کلکتور
۲۴۳	 منابع

۲۴۵	 فصل یازدهم پراکنده سازی، کواگولاسیون و فلوکولاسیون
۲۴۵	 ۱-۱۱ مقدمه
۲۴۷	 ۲-۱۱ واکنشگرهای پراکنده سازی
۲۴۷	 ۱-۲-۱۱ عملکرد واکنشگرهای پراکنده ساز

۲۵۱	 ۳-۱۱ کوآگولاسیون انتخابی
۲۵۱	 ۱-۳-۱۱ مقدمه
۲۵۲	 ۲-۳-۱۱ کاربرد تئوری DLVO برای کوگولاسیون انتخابی
۲۵۴	 ۳-۳-۱۱ کاربرد کوگولاسیون انتخابی برای مخلوط کانی های دوتایی
۲۵۶	 ۴-۱۱ فلوکولاسیون
۲۵۶	 ۱-۴-۱۱ عملکرد فلوکولانت ها
۲۵۸	 ۲-۴-۱۱ سرعت رشد فلوک، شکست و اثر هیدرودینامیک فلوکولاسیون
۲۶۱	 ۳-۴-۱۱ استفاده از فلوکولاسیون در فرآوری مواد معدنی
۲۶۲	 ۵-۱۱ فلوکولاسیون انتخابی
۲۶۲	 ۱-۵-۱۱ مقدمه
۲۶۳	 ۲-۵-۱۱ مکانیزم های جذب سطحی انتخابی پلیمرها
۲۶۴	 ۳-۵-۱۱ کاربرد فلوکولاسیون انتخابی در فرآوری مواد معدنی
۲۶۷	 منابع

بدون واکنشگرها، شناورسازی کانی‌ها قابل انجام نبوده و همانطور که می‌دانیم، بدون شناورسازی کانی‌ها، معدنکاری وجود نخواهد داشت. بنابراین، واکنشگرها در فرآوری مواد معدنی، بخش جدایی‌ناپذیر فرآیند شناورسازی کانی‌ها هستند. کتاب‌ها، مقالات و مدارک زیادی در ارتباط با گسترش، شیمی و کاربرد واکنشگرها موجود است. با این وجود، پژوهشگران و کسانی که بر روی گسترش طرح‌های واکنشگر در جهت فرآوری کانه‌های جدید، یا بهبود فرآیندهای حاضر کار می‌کنند، کماکان با مشکلاتی مواجهند. اغلب، راه حل‌ها منحصر به راهنمایی‌های شرکت‌های سازنده مواد شیمیایی و سرویس‌های فنی آن‌ها می‌باشد، که عموماً در جهت انتخاب کلکتورها یا بازدارنده‌های خاص برای فرآوری مواد معدنی است. متأسفانه، طرح‌های واکنشگر تنها شامل کلکتورها و کفسازها نبوده و شیمی پالپ در یک واحد عملیاتی صنعتی، سیستم پیچیده‌ای از برهم کنش بین همه‌ی واکنشگرها، از جمله: کلکتورها، بازدارنده‌ها، فعال‌کننده‌ها، تنظیم‌کننده‌های pH، کفسازها، اجزاء محلول کانه و سطوح تغییر یافته کانه است.

در سال ۱۹۹۲، آر. دی. کرویر، بیان کرده است که کسانی که روی گسترش طرح واکنشگرها کار می‌کنند، باید در زمینه شیمی سطح، اطلاعات کافی داشته باشند. این موضوع، ممکن است برای کسانی که روی تحقیقات بنیادی با استفاده از کانی‌های خالص کار می‌کنند صحیح باشد، اما برای کسانی که در زمینه تحقیقات کاربردی کار می‌کنند، صادق نیست. شیمی سطح، بخش مهمی از فرآیند شناورسازی کانی‌ها بوده و خواهد بود، اما، حتی اگر ما شیمی سطح کانی‌های خالص را نیز فهمیده باشیم، ممکن است کانی‌های یکسان در شرایط طبیعی عملکرد متفاوتی داشته باشند. این حالت در مورد گسترش طرح واکنشگر و واکنشگرهای جدید، چه معنی می‌تواند داشته باشد؟ به این معنی است که باید اثرات مربوط به برهم کنش واکنشگرهای شناورسازی کانی‌ها را در شرایط صنعتی بدانیم، تا طرح واکنشگر جدیدی را برای خوراک یک واحد صنعتی مشخص، گسترش دهیم. آیا دانش شناورسازی کانی‌ها برای حل این مشکل به ما کمکی می‌کند؟ بله تا حدودی، زمانی که با یک کانه ساده سرو کار داشته باشیم، یک آزمایش واقعی ممکن به نحوی حاصل شود که، یک واکنشگر خاص، عملکرد مورد انتظار ما را ایفا نکند. به عنوان مثال، اگر سیانید اسفالریت را بازداشت نکنند، یا اینکه یک کلکتور خاص به اندازه‌ای که در کتابچه راهنمای کارخانه توصیف شده است، انتخابی نباشد، آنگاه ممکن است بگوییم، کانه از راهنمای کتابچه تبعیت نمی‌کند.

اطلاعات زیادی در مورد واحدهای صنعتی شناورسازی کانی‌ها وجود دارد که مقادیر زیادی از کانه‌های سولفیدی را فرآوری می‌کنند، مانند کانه‌های مس پرفیری یا کانه‌های فلزات پایه. زمانی که بافت کانه، با ورود سولفیدهای آهن پیچیده می‌شود، این اطلاعات از نظر آماری، فقط در ارتباط با تولید مهم اند و برای طرح‌های فرآوری اهمیتی ندارند.

این کتاب، چکیده‌ی دانش پایه برای واکنشگرهای شیمیایی است که به طور رایج در شناورسازی کانی‌ها استفاده می‌شوند، و مرتبط با محققین و متالورژیست‌های صنعتی است که از این واکنشگرها بهره می‌برند.

واکنشگرهای شناورسازی کانی‌ها، تنها محدود به کلکتورها و کفسازها نبوده، بلکه شامل گروه بزرگی از اصلاح کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها، بازدارنده‌ها و فعال کننده‌ها است. گروه اخیر از واکنشگرهای شناورسازی کانی‌ها، گاهی در مطالعات تحقیقاتی پایه مورد توجه قرار می‌گیرد. هدف این کتاب، پیشنهاد راهکار برای کانه‌های خاص نیست، بلکه تلاشی است تا به طرقی، تجارب مطالعات آزمایشگاهی و صنعتی طرح‌های واکنشگری مختلف را خلاصه نماید.

کسانی که بر این باروند که تکنولوژی شناورسازی کانی‌ها شامل "آزمون و خطا در عمل آسیا نمودن است و ارتباط چندانی به تحقیقات پایه‌ای ندارد"، ممکن است فراموش کرده باشند که این واحدهای صنعتی، نتایج متالورژیکی مطلوبی را حاصل نمی‌کنند، باید به خاطر داشت که تحقیقات بنیادی، راه‌های اصلی را برای محققین و مهندسانی که در حال توسعه و طراحی فرآیندها هستند، فراهم می‌نماید.

در برخی مواقع، سردرگمی از این واقعیت ناشی می‌شود که خصوصیات شناورسازی کانی‌های خاص، زمانی که در کانه با ماتریس متفاوتی حضور دارند، گاهی تغییر می‌کند. این حالت می‌تواند با آزمون رفتار شناورسازی کالکوپیریتی که در کانه‌های پرفیری، کانی‌های سولفیدی توده‌ای یا کانه‌های مخلوط یافت می‌شود، به بهترین شکل توصیف شود. کالکوپیریت در کانه‌های مس پرفیری، با هر کلکتور تیولی، با بازیابی بالا شناور می‌شود. در هر حال، خصوصیت شناورسازی کانی کالکوپیریت در کانه سولفیدی توده‌ای تفاوت زیادی با مس پرفیری داشته و قابلیت شناور شدنش به نوع کلکتور مورد استفاده، pH و نوع اصلاح کننده/بازدارنده بستگی دارد. قابلیت شناورسازی کالکوپیریت در حضور پیروتیت، بیشتر کاهش می‌یابد. به علت اینکه همه‌ی اجزاء کانه، اثر مشخصی بر روی خصوصیات شناورسازی کانی‌های خاص دارند، این حالت ممکن نیست که بتوان فقط تحقیقات پایه‌ای را برای گسترش فرآیندهای عمل‌آوری به کار برد. هدف اصلی تحقیقات کاربردی، عبارتست از ترکیب دانش پایه واکنشگرها و جنبه‌های فیزیکی شناورسازی کانی‌ها، با تجربه‌ی حاصل از واحدهای عملیاتی، تا بتوان رفتار شناورسازی یک کانه را در شرایط آزمایشگاهی و صنعتی تفسیر نمود.

مقدمه مترجمین

کشور ما ایران، دارای ذخایر و منابع عظیمی از مواد معدنی بوده و در سال های اخیر، تحرکات رو به جلویی در زمینه استفاده بهینه از این منابع خدادادی برداشته است. نمونه بارز این پشتکار، خودکفشدن مهندسين بومی در زمینه طراحی و راه اندازی کارخانه های فرآوری مواد معدنی است. اما اجرای بهینه چنین طرح های بزرگی مستلزم داشتن امکانات علمی و عملی در انجام فرآیند مورد نظر می باشد. بدین منظور، وجود و استفاده از منابع تحقیقاتی روزآمد، اولین مرحله ای است که باید به آن توجه کافی داشت.

ذخایر سولفیدی و اکسیدی از منابع مهمی هستند که بیشترین سهم از عملیات اکتشاف و بهره برداری را به خود اختصاص داده است. از جمله مهمترین اینگونه ذخایر می توان از ذخایر سولفیدی و اکسیدی و حتی ذخایر مخلوط (سولفیدی - اکسیدی) - سرب، روی، مس، طلا، نقره و ... نام برد. روش شناورسازی کانی ها از مهم ترین روش های پرمیارسازی ذخایر سولفیدی می باشد. برای ذخایر اکسیدی نیز با ایجاد تغییراتی در سطوح آن ها، می توان این کانی ها را به طور موفقیت آمیزی شناور نمود. با توجه به کمبود منابع فارسی در این زمینه و کاهش مواد معدنی با عیار بالا و لزوم بکارگیری روش های نوین در فرآوری کانسنگ های کم عیار، به ویژه استفاده از مواد شیمیایی مناسب، مترجمین به عنوان عضوی از مجموعه ی بزرگ فرهنگی و علمی کشور تمام سعی و تلاش خود را در جهت فراهم نمودن مجموعه ای کامل معطوف نمودند و به لطف خداوند متعال کتاب حاضر را در سه جلد با ۲۵ فصل کاربردی، روزآمد در اختیار جامعه دانشگاهیان و مهندسين ایرانی قرار داده اند. جلد اول به بررسی واکشگرهای مورد استفاده در شناورسازی اختصاص داده شده است. جلد دوم به انتخاب واکشگر و روش های متنوع شناورسازی کانسنگ های سولفیدی پرداخته است. در جلد سوم، روش های شناورسازی کانسنگ های اکسیدی و مخلوط اکسیدی - سولفیدی به طور مفصل بیان شده است. یکی از مزایای این سه جلد، ارائه جنبه های تئوری و عملی شناورسازی کانسنگ ها می باشد، به طوریکه تقریباً بخشی از محتوای هر جلد مربوط به دانش پایه برای شناخت و استفاده از واکشگرهای مختلف (کلکتورها، کفسازها، بازدارنده ها، تنظیم کننده ها و ...) و بقیه آن مربوط به بکارگیری این واکشگرها در کارخانه های فرآوری در کشورهای صاحب تکنولوژی در این زمینه است. همچنین این مجموعه بزرگ شامل فلوشیت های مرسوم و حتی منحصربفردی است که در حال حاضر برای فرآوری کانسنگ های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر این مزایا، بیان نحوه عمل آوری کانسنگ های مقاوم که از دشوارترین فرایندهای موجود است، این کتاب را متمایز نموده است. نظر به این که انتخاب و شناخت مواد شیمیایی مورد استفاده در کارخانه های فرآوری مهمترین و حساس ترین بخش انجام فرآیند است، امید است بهره کافی از مجموعه ی حاضر در جهت ارتقای سطح دانش پایه ای علم شناورسازی کانی ها برده شود. این مجموعه قابل استفاده برای کلیه اشخاصی است که در زمینه فرآوری مواد معدنی مطالعه و کار می کنند، از جمله:

- دانشجویان دوره های کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی، متالورژی استخراجی، معدن و شیمی معدنی
- دانشجویان دکتری فرآوری مواد معدنی و متالورژی استخراجی.
- مهندسين و تکنسین های فرآوری مواد معدنی، متالورژی استخراجی، معدن و شیمی معدنی.
- کلیه اشخاصی که در زمینه شناورسازی کانی ها کار می کنند.
- کلیه کارخانه های فرآوری مواد معدنی.