



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc"
مهندسی معدن - اکتشاف

عنوان:

بررسی بهینه‌سازی خط تغلیظ کارخانه فرآوری سنگ آهن چادرملو
به منظور تولید فولاد کیفی

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

۱	فصل اول - نگرشی به صنایع سنگ آهن و فولاد در ایران و جهان
۲	۱-۱- مقدمه
۸	۲-۱- وضعیت صنایع فولادی در ایران و جهان
۱۰	۱-۲-۱- تاریخچه تحولات تکنولوژیکی احیای اکسید آهن
۱۵	۲-۲-۱- احیاء مستقیم اکسید آهن خارج از کوره بلند
۱۶	۳-۲-۱- احیای مستقیم
۲۳	۴-۲-۱- اجزاء متشکله قیمت تمام شده فولاد
۲۴	۵-۲-۱- بررسی تغییرات قیمت سنگ آهن و زغال سنگ
۲۶	۳-۱- بررسی وضعیت سنگ آهن در ایران و جهان
۲۸	۱-۳-۱- سنگ آهن در ایران
۲۸	۱-۱-۳-۱- وضعیت زمین شناسی
۳۰	۲-۱-۳-۱- وضعیت ذخایر
۳۷	۳-۱-۳-۱- وضعیت تولید
۴۱	۲-۳-۱- سنگ آهن در جهان
۴۱	۱-۲-۳-۱- تولید
۴۴	۲-۲-۳-۱- پروژه های افزایش ظرفیت و توسعه
۴۶	۳-۲-۳-۱- چشم انداز بازار بین المللی
۴۶	۳-۳-۱- سنگ آهن در صنعت فولاد
۴۸	۱-۳-۳-۱- سنگ آهن مورد نیاز برای تبدیل به چدن و فولاد در کارخانه های ایران
۵۵	فصل دوم - نگاهی به مجتمع سنگ آهن چادرملو
۵۶	۱-۲- مقدمه
۵۸	۲-۲- موقعیت جغرافیایی
۶۰	۳-۲- وضعیت زمین شناسی
۶۰	۱-۳-۲- کانی شناسی
۶۱	۱-۱-۳-۲- مانیتیت
۶۲	۲-۱-۳-۲- هماتیت
۶۲	۳-۱-۳-۲- آپاتیت
۶۲	۴-۱-۳-۲- سایر کانی ها
۶۳	۴-۲- خطوط فرآوری
۶۳	۱-۴-۲- مقدمه

۶۷	۲-۴-۲- واحد سنگ شکنی و همگن سازی
۶۷	۳-۴-۲- واحد خردایش
۶۷	۱-۳-۴-۲- خوراک دهنده‌ها
۶۷	۲-۳-۴-۲- آسیای نیمه خودشکن
۶۸	۳-۳-۴-۲- سرند ارتعاشی از نوع سر کوتاه
۶۸	۴-۴-۲- واحد جداکننده مغناطیسی اولیه
۶۹	۱-۴-۴-۲- جداکننده‌های مغناطیسی اولیه
۶۹	۲-۴-۴-۲- کلاسیفایر
۶۹	۳-۴-۴-۲- سرند گلابی
۷۰	۵-۴-۲- واحد تولید کنسانتره مغناطیسی
۷۰	۱-۵-۴-۲- آسیای گلوله‌ای کروپ
۷۰	۲-۵-۴-۲- هیدروسیکلون‌های مدار آسیا گلوله‌ای کروپ
۷۱	۳-۵-۴-۲- جداکننده‌های مغناطیسی مدار شستشو
۷۱	۴-۵-۴-۲- هیدروسیکلون‌های آبگیر مدار آسیای گلوله‌ای کروپ
۷۲	۵-۵-۴-۲- جداکننده‌های مغناطیسی رمق گیر
۷۲	۶-۵-۴-۲- جداکننده‌های مغناطیسی مدار شستشوی نهایی
۷۳	۶-۴-۲- واحد تولید کنسانتره با شدت مغناطیسی کم (غیر مغناطیسی)
۷۳	۱-۶-۴-۲- جداکننده مغناطیسی گرادیان زیاد
۷۴	۲-۶-۴-۲- هیدروسیکلون‌های مدار جداکننده مغناطیسی گرادیان زیاد
۷۴	۳-۶-۴-۲- آسیای گلوله‌ای سالا
۷۵	۴-۶-۴-۲- تیکنر لاملی مدار جداکننده مغناطیسی گرادیان زیاد
۷۵	۷-۴-۲- واحد فسفرزدایی
۷۵	۱-۷-۴-۲- تانک‌های آماده سازی پالپ مورد نیاز فرآیند فلوتاسیون
۷۶	۲-۷-۴-۲- سلول‌های فلوتاسیون
۷۸	۳-۷-۴-۲- مواد شیمیایی مورد مصرف در مدار فلوتاسیون
۷۸	۴-۷-۴-۲- تانک‌های آماده سازی مواد شیمیایی و پمپهای مواد شیمیایی مدار فلوتاسیون
۷۸	۵-۷-۴-۲- تیکنر کنسانتره هماتیت
۷۹	۸-۴-۲- واحد فیلتراسیون کنسانتره آهن
۷۹	۱-۸-۴-۲- تانک آماده سازی مواد جهت عملیات فیلتراسیون
۷۹	۲-۸-۴-۲- فیلتر
۸۰	۹-۴-۲- تیکنرهای باطله و بازیافت آب

۸۲	فصل سوم - نگاهی به روش‌های پرعیارسازی سنگ آهن از طریق فلوتاسیون
۸۳	۱-۳- مقدمه
۸۳	۲-۳- فلوتاسیون معکوس کانسنگ‌های آهن
۸۷	۳-۳- فلوتاسیون کانسنگ‌های آهن با کلکتورهای آنیونی
۹۲	فصل چهارم - نتایج آزمایشات فلوتاسیون انجام شده
۹۳	۱-۴- مقدمه
۹۴	۲-۴- شناسایی نمونه
۹۴	۱-۲-۴- آنالیز XRD
۹۶	۲-۲-۴- آنالیز XRF
۹۶	۳-۲-۴- آنالیز جذب اتمی (ASS)
۹۶	۴-۲-۴- آنالیز سرندی تر
۹۷	۳-۴- دستگاه فلوتاسیون آزمایشگاهی مورد استفاده
۹۸	۴-۴- طراحی آزمایش‌ها
۱۰۱	۵-۴- نتایج آزمایش‌ها
۱۱۰	۶-۴- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش‌ها
۱۱۰	۱-۶-۴- آزمایش‌های مربوط به کلکتور ASAME (بازداشت‌کننده ۸۰۰ گرم بر تن)
۱۱۲	۲-۶-۴- آزمایش‌های مربوط به کلکتور ASAME (بازداشت‌کننده ۸۵۰ گرم بر تن)
۱۱۴	۳-۶-۴- آزمایش‌های مربوط به کلکتور ASAME (بازداشت‌کننده ۹۰۰ گرم بر تن)
۱۱۶	۴-۶-۴- آزمایش‌های مربوط به کلکتور ATRAC
۱۱۸	۵-۶-۴- آزمایش‌های مربوط به کلکتور ATRAC+ASAME
۱۲۱	فصل پنجم - نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۲۷	ضمائم
۱۴۸	منابع
۱۴۹	فهرست منابع فارسی
۱۵۱	فهرست منابع لاتین
۱۵۱	فهرست پایگاه‌های اطلاع‌رسانی

- جدول ۱-۱: انجام فعل و انفعالات در داخل کوره بلند [۱۲] ۱۲
- جدول ۲-۱: تولید تجمعی آهن اسفنجی در دنیا و ایران بر حسب میلیون تن [۱۵] ۱۷
- جدول ۳-۱: تفاوت‌های اساسی میدرکس و هیل سه [۱۳ و ۱۵] ۲۰
- جدول ۴-۱: طرح‌های جدید تولید آهن اسفنجی در کشورهای مختلف دنیا طی سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ [۱۵] ۲۲
- جدول ۵-۱: مواد اولیه اصلی لازم برای تولید یک تن فولاد [۱] ۲۳
- جدول ۶-۱: کانی‌های مهم و درصد آهن آنها ۲۶
- جدول ۷-۱: توزیع مکانی کانسارهای آهن ایران [۱۰ و ۲۰] ۳۱
- جدول ۸-۱: کانسارهای آهن متمرکز [۱۰ و ۲۰] ۳۳
- جدول ۹-۱: کانسارهای آهن پراکنده [۱۰ و ۲۰] ۳۳
- جدول ۱۰-۱: ذخایر سنگ آهن ایران ۳۴
- جدول ۱۱-۱: طرح‌های خاتمه یافته اکتشاف آهن در سال ۸۴ و ۸۵ [۲۳] ۳۶
- جدول ۱۲-۱: وضعیت تولید سنگ آهن در ایران طی برنامه سوم و دو سال ابتدای برنامه چهارم توسعه (۱۳۷۹-۱۳۸۵) [۱۳ و ۱۵] ۳۷
- جدول ۱۳-۱: وضعیت تولید سنگ آهن دانه بندی شده و کنسانتره در ایران طی برنامه سوم و ۲ سال ابتدای برنامه چهارم توسعه (۱۳۷۹-۱۳۸۵) [۱۳ و ۱۵] ۳۷
- جدول ۱۴-۱: عملکرد سالهای ۸۴ و ۸۵ واحد های سنگ آهن ایران (هزار تن) ۳۸
- جدول ۱۵-۱: ظرفیت موجود و پیش بینی برنامه افزایش ظرفیت سنگ آهن دانه بندی شده در آخر برنامه چهارم توسعه [۱۵] ۳۹
- جدول ۱۶-۱: ظرفیت موجود و پیش بینی برنامه افزایش ظرفیت کنسانتره سنگ آهن در آخر برنامه چهارم توسعه [۱۵] ۳۹
- جدول ۱۷-۱: وضعیت طرح های آتی مرتبط آهن [۱۵] ۴۰
- جدول ۱۸-۱: ده کشور عمده تولید کننده و صادر کننده سنگ آهن در سال ۲۰۰۵ ۴۲
- جدول ۱-۲: عملکرد سال های ۸۴ و ۸۵ معدن سنگ آهن چادرملو (هزار تن) [۲۴] ۵۷
- جدول ۲-۲: ظرفیت موجود و برنامه افزایش ظرفیت سنگ آهن دانه بندی شده و کنسانتره معدن چادرملو در برنامه چهارم توسعه (هزار تن) [۱۵] ۵۷
- جدول ۳-۲: وضعیت طرح های مجتمع معدنی سنگ آهن چادرملو در سال ۱۳۸۶ [۱۵] ۵۸
- جدول ۴-۲: توزیع تقریبی آهن و عناصر مختلف در سنگ آهن چادرملو [۳۴] ۶۱
- جدول ۵-۲: نتایج آزمایشات صورت گرفته بر روی کنسانتره معدن چادرملو در زمان تحویل به فولاد مبارکه در دو روز و دو ماه از سال های ۸۴ و ۸۵ [۱۷] ۶۶
- جدول ۱-۳: پیشینه فلوتاسیون هماتیت با استفاده از اسید اولئیک و ترکیبات آن [۳۶] ۸۹

۹۰	جدول ۲-۳: پیشینه فلوتاسیون هماتیت و نوع کلکتور مصرف شده [۳۶]
۹۶	جدول ۱-۴: نتایج آنالیز XRF نمونه مورد آزمایش
۹۶	جدول ۲-۴: نتایج آنالیز جذب اتمی نمونه مورد نظر
۹۷	جدول ۳-۴: نتایج تجزیه سرنندی تر خوراک ورودی مدار فلوتاسیون هماتیت خطوط تولید
۹۸	جدول ۴-۴: مقادیر سطوح انتخاب شده برای کلکتور- کف ساز و بازداشت کننده
۱۰۰	جدول ۵-۴: آزمایشات طراحی شده برای تعیین نوع بهینه کلکتور- کف ساز
۱۰۲	جدول ۶-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱
۱۰۲	جدول ۷-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۲
۱۰۲	جدول ۸-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۳
۱۰۳	جدول ۹-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۴
۱۰۳	جدول ۱۰-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۵
۱۰۳	جدول ۱۱-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۶
۱۰۴	جدول ۱۲-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۷
۱۰۴	جدول ۱۳-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۸
۱۰۴	جدول ۱۴-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۹
۱۰۵	جدول ۱۵-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۰
۱۰۵	جدول ۱۶-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۱
۱۰۵	جدول ۱۷-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۲
۱۰۶	جدول ۱۸-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۳
۱۰۶	جدول ۱۹-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۴
۱۰۶	جدول ۲۰-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۵
۱۰۷	جدول ۲۱-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۶
۱۰۷	جدول ۲۲-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۷
۱۰۷	جدول ۲۳-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۸
۱۰۸	جدول ۲۴-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۱۹
۱۰۸	جدول ۲۵-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۲۰
۱۰۸	جدول ۲۶-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۲۱
۱۰۹	جدول ۲۷-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۲۲
۱۰۹	جدول ۲۸-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۲۳
۱۰۹	جدول ۲۹-۴: نتایج نمونه گیری و آنالیز آزمایش شماره ۲۴

- شکل ۱-۱: سهم روش‌های مختلف در تولید جهانی فولاد در سال ۲۰۰۵ [۱۲] ۸
- شکل ۲-۱: افزایش بهره‌وری در کوره‌های بلند ۱۴
- شکل ۳-۱: ظرفیت و تولید آهن اسفنجی بر اساس روش‌های مختلف در سال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ ۱۸
- شکل ۴-۱: روند تولید آهن اسفنجی در کشورهای عمده تولید کننده از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۶ ۱۹
- شکل ۵-۱: نمای شماتیک فرایند تولید آهن اسفنجی به روش میدرکس [۱۳ و ۱۵] ۱۹
- شکل ۶-۱: مقایسه روش‌های میدرکس و هیل سه [۱۳ و ۱۵] ۲۱
- شکل ۷-۱: روند تغییرات اجزاء متشکله قیمت تمام شده فولاد خام آلمان در سال‌های مختلف [۱۳] ۲۴
- شکل ۸-۱: میانگین قیمت جهانی صادرات سنگ آهن در سالهای ۱۹۹۳-۲۰۰۷ [۱۳] ۲۵
- شکل ۹-۱: روند تغییرات قیمت زغال سنگ کک شو [۱۵] ۲۵
- شکل ۱۰-۱: پراکندگی کانسارهای آهن در ایران [۲۲] ۳۲
- شکل ۱۱-۱: مقایسه مترای حفاری اکتشافی طی سال‌های ۸۲ الی ۸۵ [۱۵] ۳۵
- شکل ۱۲-۱: هزینه اکتشاف شرکت‌های زیر مجموعه ۳۶
- سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران در سال ۱۳۸۵ [۱۷ و ۲۳] ۳۶
- شکل ۱۳-۱: کشورهای عمده تولید کننده و صادر کننده سنگ آهن [۱۳ و ۲۵] ۴۳
- شکل ۱۴-۱: تولید جهانی سنگ آهن و فولاد خام ۲۰۱۰-۱۹۹۴ [۱۳ و ۲۵] ۴۳
- شکل ۱۵-۱: تغییرات تقاضا و ظرفیت تولید سنگ آهن چین در سال‌های مختلف ۴۴
- شکل ۱۶-۱: افزایش ظرفیت تولید سنگ آهن بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ (میلیون تن در سال) ۴۵
- شکل ۱۷-۱: افزایش ظرفیت تولید سنگ آهن ۴۵
- بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ (میلیون تن در سال) [۲۷] ۴۵
- شکل ۱۸-۱: توازن جهانی عرضه و تقاضای سنگ آهن ۴۶
- بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ (میلیون تن در سال) [۲۷] ۴۶
- شکل ۱-۲: موقعیت جغرافیایی کانسار سنگ آهن چادرملو [۳۲] ۵۹
- شکل ۲-۲: فلوشیت کارخانه تولید کنسانتره آهن چادرملو ۶۵
- شکل ۱-۴: نتایج آزمایش XRD نمونه مورد نظر ۹۵
- شکل ۲-۴: نمودار آنالیز دانه بندی نمونه مورد نظر ۹۷
- شکل ۳-۴: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون معکوس آهن ۱۱۰
- شکل ۴-۴: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم فسفر ۱۱۱
- شکل ۵-۴: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم سیلیس ۱۱۱
- شکل ۶-۴: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون معکوس آهن ۱۱۲
- شکل ۷-۴: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم فسفر ۱۱۳
- شکل ۸-۴: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم سیلیس ۱۱۳

- شکل ۴-۹: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون معکوس آهن ۱۱۴
- شکل ۴-۱۰: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم فسفر ۱۱۵
- شکل ۴-۱۱: تاثیر مقدار ASAME بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم سیلیس ۱۱۵
- شکل ۴-۱۲: تاثیر مقدار ATRAC بر بازیابی فلوتاسیون معکوس آهن ۱۱۶
- شکل ۴-۱۳: تاثیر مقدار ATRAC بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم فسفر ۱۱۷
- شکل ۴-۱۴: تاثیر مقدار ATRAC بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم سیلیس ۱۱۷
- شکل ۴-۱۵: تاثیر مقدار ATRAC+ASAME بر بازیابی فلوتاسیون معکوس آهن ۱۱۸
- شکل ۴-۱۶: تاثیر مقدار ATRAC+ASAME بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم فسفر ۱۱۹
- شکل ۴-۱۷: تاثیر مقدار ATRAC+ASAME بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم سیلیس ۱۱۹
- شکل ۵-۱: مقایسه تاثیر مقدار کلکتورهای آزمایش شده بر بازیابی فلوتاسیون معکوس آهن ۱۲۲
- شکل ۵-۲: مقایسه تاثیر مقدار کلکتورهای آزمایش شده بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم فسفر ۱۲۳
- شکل ۵-۳: مقایسه تاثیر مقدار کلکتورهای آزمایش شده بر بازیابی فلوتاسیون مستقیم سیلیس ۱۲۳

- ۱۲۸ جدول ۱: مشخصات فنی خوراک دهنده‌های کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۲۹ جدول ۲: مشخصات فنی سرند ارتعاشی سر کوتاه کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۰ جدول ۳: مشخصات جداکننده‌های مغناطیسی اولیه کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۱ جدول ۴: مشخصات سرند گلابی کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۲ جدول ۵: مشخصات هیدروسیکلون‌های مدار آسیای گلوله‌ای کروپ کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۳ جدول ۶: مشخصات جداکننده‌های مغناطیسی شستشو کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۴ جدول ۸: مشخصات هیدروسیکلون‌های آبگیر مدار آسیای گلوله‌ای کروپ کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۴ جدول ۸: مشخصات جداکننده‌های مغناطیسی رمق‌گیر کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۴ جدول ۹: مشخصات جداکننده‌های مغناطیسی شستشوی نهایی کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۵ جدول ۱۰: مشخصات جداکننده مغناطیسی میدان قوی کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۸ جدول ۱۱: مشخصات هیدروسیکلون‌های مدار جداکننده میدان قوی کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۳۹ جدول ۱۲: مشخصات تیکنر مدار جداکننده مغناطیسی میدان قوی کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۴۰ جدول ۱۳: مشخصات تانک‌های آماده‌سازی مواد شیمیایی کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۴۱ جدول ۱۴: مشخصات پمپ‌های مواد شیمیایی کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۴۲ جدول ۱۵: مشخصات تیکنر کنسانتره هماتیت کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۴۳ جدول ۱۶: مشخصات فیلترهای کنسانتره آهن کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۴۴ جدول ۱۷: مشخصات تیکنرهای باطله کارخانه فرآوری چادرملو
- ۱۴۷ جدول ۱۸: مشخصات تیکنر ۹۱ در کارخانه فرآوری چادرملو

کارخانه فرآوری چادرملو شامل سه خط تولید موازی و مشابه است. در هر خط تولید، کانه هماتیت توسط یک مدار فلوتاسیون شامل مراحل اولیه، شستشو و رمق گیر فرآوری می‌شود. با توجه به لزوم تولید کنسانتره سنگ آهن با کیفیت در کشور به منظور توانایی رقابت در سطح بین المللی و همچنین کاهش چالش‌های پیش رو و نیاز به بهبود روزافزون کیفیت سنگ آهن تولیدی کارخانه‌های فرآوری، بررسی بهبود وضعیت عملیات فلوتاسیون معکوس هماتیت در کارخانه فرآوری سنگ آهن چادرملو مد نظر قرار گرفت.

به این منظور ۲۴ آزمایش فلوتاسیون به روش ناپیوسته با استفاده از سلول دنور ۲ لیتری با pH حدود ۷-۸ طراحی و اجرا شد. نمونه مورد استفاده از تانکی که قبل از تانک‌های آماده سازی خوراک خط فلوتاسیون هماتیت قرار داشت و هنوز هیچ نوع ماده شیمیایی به آن افزوده نشده بود، تهیه شد.

در طراحی به عمل آمده جهت انجام آزمایش‌ها، برای تعیین میزان بهینه بازداشت کننده (سیلیکات سدیم) و نوع و میزان مطلوب کلکتور (در بین سه کلکتور ATRAC، ASAME و ATRAC+ASAME)، بر اساس طرح تک عاملی عمل شد. بنابراین ابتدا، مقادیر متفاوت بازداشت کننده (در سه سطح ۸۰۰، ۸۵۰ و ۹۰۰ گرم بر تن) همراه با مقادیر متفاوت از یک نوع کلکتور (کلکتور ASAME در چهار سطح ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ گرم بر تن) آزمایش شدند تا میزان بهینه بازداشت کننده از یک سو و از سوی دیگر میزان بهینه کلکتور ASAME شناخته شود. سپس دو نوع کلکتور دیگر (ATRAC و ATRAC+ASAME) در شش سطح متفاوت (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ گرم بر تن) با مقدار بهینه بازداشت کننده آزمایش شدند تا میزان و نوع مطلوب کلکتور نیز تعیین شود.

بر اساس نتایج این آزمایشات، میزان بهینه مصرف بازداشت کننده (سیلیکات سدیم)، ۸۵۰ گرم بر تن و حالت مطلوب و بهینه مصرف کلکتور، ATRAC+ASAME به مقدار ۲۵۰ گرم بر تن به دست آمد.

در حال حاضر در کارخانه فرآوری سنگ آهن چادرملو، از سیلیکات سدیم به میزان ۸۰۰ گرم بر تن به عنوان بازداشت کننده و از ALKE+ATRAC به مقدار ۲۵۰ گرم بر تن استفاده می‌شود. عیار آهن و فسفر در این حالت به ترتیب ۶۴٪-۶۲٪ و ۰/۰۶۰٪-۰/۰۵۱٪ و بازیابی آهن حدود ۷۵٪ است.

این در حالی است که میزان عیار و بازیابی آهن در حالت بهینه آزمایشات فلوتاسیون انجام شده، ۸۵/۶۶٪ و ۹۸/۲٪ می باشد که نتیجه بهتری نسبت به نتایج به دست آمده از فلوتاسیون در کارخانه فرآوری چادرملو می باشد.

به این ترتیب به نظر می رسد مشخصات حالت بهینه آزمایشات می تواند به عنوان یکی از راه های احتمالی بهبود هر چه بیشتر وضعیت فلوتاسیون در این کارخانه مورد بررسی و آزمایش قرار گیرد.
کلمات کلیدی: هماتیت، آپاتیت، فلوتاسیون معکوس، کلکتور مخلوط، چادرملو