



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده فنی و مهندسی

مهندسی مکانیک - استخراج

عنوان:

کاربرد باکتری ها در فرآیند بیولیچینگ

نویسنده:

محمد مهدی موسی میالی - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک
گرایش استخراج ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

زیر نظر:

جناب آقای دکتر سید اسماعیل رحیمی - عضو هیات علمی دانشگاه
آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

سرشناسه : موسی میالی، محمدمهدی، ۱۳۶۹ -
عنوان و نام پدید آور : کاربرد باکتری ها در فرآیند بیولیچینگ مس / نویسنده محمدمهدی موسی میالی؛
زیر نظر سید اسماعیل رحیمی،
مشخصات نشر : تهران : آموزشهای بنیادی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری : ۱۰۳ ص. مصوره جلد، نمودار
شابک : ۱۰۰۰۰۰ ریال ۶-۲۹-۷۰۵۹-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست : قیفا
نویس :

موضوع : مس -- ذوب و استخراج
Copper – Metallurgy : موضوع
متالورژی آبی : موضوع
Hydrometallurgy : موضوع
استخراج محلولی : موضوع
Solution mining : موضوع
مواد معدنی -- تکنولوژی زیستی : موضوع
Minerals – Biotechnology : موضوع
رحیمی، سید اسماعیل، ۱۳۶۳ - : شناسه ده
TN۷۸۰/۸ ک ۲۱۳۹ : کتبر
۵۶۹/۳ : رده بندی ده
شماره کتابشناسی ملی : ۴۵۶۹

کاربرد باکتری ها در فرآیند بیولیچینگ مس
محمد مهدی موسی میالی
زیر نظر:

دکتر سید اسماعیل رحیمی

طراح جلد: مینا پاشاپور

سال چاپ / نوبت چاپ / تیراژ : ۱۳۹۵ / اول / ۱۰۰۰

قیمت : ۱۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۶-۲۹-۷۰۵۹-۶۰۰-۹۷۸

www.novinnashr.com تلفن دفتر نشر: ۶۶۰۱۹۱۰۷

تهران - میدان جمهوری - جنب مترو نواب - برج شهاب ۱ - طبقه پنجم - شماره ۱۵۶

فهرست مطالب

۱۴	چکیده
۱۳	واژه‌های کلیدی
۱۴	مقدمه
۱۷	فصل اول: کلیات
۱۸	۱- مس
۱۸	۱-۱- مس: تعاریف و اصطلاحات
۱۹	۱-۲- کانه‌های مس
۲۱	۱-۳- تاریخچه و اطلاعات آماری صنعت مس در جهان
۲۱	۱-۴- میزان ذخیره کشورهای تولیدکننده مس در جهان
۲۲	۱-۵- میزان تولید مس در جهان
۲۵	۱-۶- تاریخچه مس در ایران
۲۶	۱-۷- خواص و کاربرد مس در صنایع
۲۸	۱-۸- خلاصه‌ای در مورد معدن مس سونگون آهر
۳۱	فصل دوم: پیشینه‌های مرتبط
۳۲	۲- تاریخچه هیدرومتالورژی
۳۲	۲-۱- دوره شکوفایی و رشد هیدرومتالورژی
۳۴	۲-۲- توسعه اخیر هیدرومتالورژی

- ۳-۲- هیدرومتالورژی در هزاره جدید ۳۴
- ۲-۴- هیدرومتالورژی ۳۶
- ۲-۵- استخراج هیدرومتالورژیکی مس ۳۹
- ۲-۵-۱- مزایای هیدرومتالورژی ۴۰
- ۲-۵-۲- معایب هیدرومتالورژی ۴۳
- فصل سوم: روش های کلی فرآوری مس ۴۵
- ۳- روش های کلی فرآوری مس ۴۶
- ۳-۱- تریف ۴۶
- ۳-۲- لیچینگ، پ و پ ۴۷
- ۳-۳- دسته بندی فرآیند لیچینگ ۴۸
- ۳-۳-۱- فرآیند لیچینگ برآیندی ۴۸
- ۳-۳-۲- فرآیند لیچینگ اکسیدی ۴۸
- ۳-۴- روش های مختلف لیچینگ ۴۸
- ۳-۵- بررسی روش های لیچینگ ۴۹
- ۳-۵-۱- لیچینگ حوضچه ای ۴۹
- ۳-۵-۲- لیچینگ همزنی ۵۰
- ۳-۵-۳- لیچینگ درجا ۵۱
- ۳-۵-۴- دامپ لیچینگ ۵۳
- ۳-۵-۵- هب لیچینگ ۵۴

- ۳-۶- بررسی مزایا و معایب روش هیدرومتالورژی ۵۷
- ۳-۶-۱ مزایای کاربرد روش هیدرومتالورژی ۵۷
- ۳-۶-۲ معایب کاربرد روش هیدرومتالورژی ۶۰
- ۳-۷- بیولچینگ ۶۲
- ۳-۸- فناوریهای جدید در هیدرومتالورژی ۶۳
- ۳-۸-۱ کاربرد بیوتکنولوژی در صنایع معدنی ۶۴
- ۳-۸-۲ کاربرد بیوتکنولوژی در صنایع مس ۶۵
- ۳-۸-۳ آینده بیوتکنولوژی مس ۶۵
- ۳-۹- اصول کلی بیولچینگ مس ۶۷
- ۳-۱۰- فرآیند بیولچینگ ۶۹
- ۳-۱۰-۱ مکانیزم بیولچینگ ۷۰
- ۳-۱۰-۲ دما ۷۲
- ۳-۱۰-۳ عملکرد باکتریها ۷۲
- ۳-۱۱- فواید و زیانهای بیولچینگ ۷۳
- ۳-۱۲- باکتریها ۷۴
- ۳-۱۲-۱ پراکندگی در طبیعت ۷۴
- ۳-۱۲-۲ طبقه‌بندی ۷۶
- ۳-۱۲-۳ تاریخچه تکاملی ۷۷
- ۳-۱۲-۴ اندازه باکتری‌ها ۷۸

- ۷۹ ۳-۱۲-۵- ساختمان باکتری
- ۷۹ ۳-۱۲-۶- انواع باکتری‌ها
- ۸۰ ۳-۱۲-۷- باکتریهای پست
- ۸۰ ۳-۱۲-۸- باکتریهای عالی یا رشته‌ای
- ۸۱ ۳-۱۲-۹- جاگیری باکتری‌ها در کنار هم
- ۸۲ ۳-۱۳- ساختار باکتری‌ها
- ۸۲ ۳-۱-۱- هسته
- ۸۳ ۳-۱-۲- سیتوپلاسم
- ۸۳ ۳-۱-۳- دیواره سلولی
- ۸۴ ۳-۱۳-۴- سامانه‌ی اره‌ی باکتری‌های گرم مثبت
- ۸۵ ۳-۱۳-۵- مزوزومها
- ۸۶ ۳-۱۴- فواید باکتری‌ها
- ۸۷ ۳-۱۵- تولید مثل باکتری
- ۸۷ ۳-۱۶- رنگ آمیزی
- ۸۸ ۳-۱۶-۱- روش رنگ آمیزی گرم
- ۸۹ ۳-۱۶-۲- باکتری گرم منفی
- ۹۰ ۳-۱۶-۳- پوشش سلولی گرم منفی‌ها
- ۹۱ ۳-۱۶-۴- باکتری گرم مثبت
- ۹۲ ۳-۱۶-۵- پوشش سلولی گرم مثبتها

- ۹۲ ۳-۱۶-۶ مکانیسم رنگ آمیزی
- ۹۳ ۳-۱۷-۳ باکتریهای مورد استفاده در فرآیند بیولیچینگ
- ۹۴ ۳-۱۸-۳ تیوباسیلوسها
- ۹۴ ۳-۱۹-۳ میکروارگانیسمهای کاربردی در فروشویی میکروبی
- ۹۶ ۳-۱۹-۱ اسیدتیوباسیلوسفر و اکسیدان
- ۹۷ ۳-۱۹-۲ اسیدتیوباسیلوس استرواکسیدان
- ۹۹ ۳-۱۹-۳ لبتوسپریلیم فرواکسیدان
- ۱۰۰ ۳-۱۹-۴ عوامل مؤثر در فروشویی میکروبی
- ۱۰۱ ۳-۲۱-۳ کاربرد بیولیچینگ در استحصال مس از معدن کبرادابلانکا
- ۱۰۲ ۳-۲۲-۳ کاربرد بیولیچینگ در استحصال مس از معدن شیلی

چکیده

افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های دخیل در بیولیچینگ همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر عوامل جهش‌زایی تصادفی کلاسیک بر افزایش میزان فعالیت باکتری‌های *Metallosphaera Sedula* و *Sulfolobus Acidocaldarius* به منظور دست یافتن به سویه‌های باکتریایی با فعالیت بیشتر با هدف افزایش بازیابی مس در فرآیند بیولیچینگ از کانسارهای سولفیدی مس انجام شد. در این تحقیق از روش جهش‌زایی کلاسیک جهت ایجاد تغییرات ژنومی مثبت در باکتری‌های *Metallosphaera Sedula* و *Sulfolobus Acidocaldarius* و *Sulfolobus Solfataricus* به منظور افزایش فعالیت آن‌ها استفاده شد. ایجاد جهش‌یافتگان به‌کار بردن عامل جهش‌زا نظیر اشعه فرابنفش و اسید نیترو انجام شد. غربال با در نظر گرفتن نرخ جهش شاخص قطر کلنی‌ها و مقایسه میزان تولید سولفات باکتری‌های جهش‌یافته نسبت به باکتری‌های شاهد یا وحشی با بکارگیری روش کمی اسپکتروفتومتری انجام شد. با بررسی کلیه جهش‌یافته‌های هر سه نوع باکتری مورد استفاده در فرآیند بیولیچینگ ماده معدنی سولفیدی معدن مس سونگون که از تیمار با اشعه فرابنفش و اسید نیترو بدست آمد، تنها یک سویه جهش‌یافته از باکتری *Metallosphaera Sedula* به عنوان جهش‌یافته انتخاب و در کلنی بزرگتر توانست ۱۳/۹ درصد سولفات فراتری نسبت به باکتری‌های شاهد نماید و هیچ یک از سویه‌های جهش‌یافته *Sulfolobus Acidocaldarius* و *Sulfolobus Solfataricus* میزان تولید بیشتری را نشان ندادند. در نتیجه این باکتری نتوانست میزان بازیابی از کانسارهای کم‌عیار سولفیدی معدن مس سونگون را ۱۰ درصد برساند که نسبت به باکتری شاهد تقریباً میزان ۷ درصد افزایش بهره‌وری را نشان می‌دهد.

مقدمه

پیشرفت علم منجر به توسعه تکنولوژی‌های مختلف جدیدی شده است که زندگی راحتی را برای جمعیت رو به افزایش جهان فراهم خواهد کرد. بیوتکنولوژی یکی از تکنولوژی‌هایی است که اخیراً بهبود یافته و از لحاظ اقتصادی به خوبی مورد بهره‌برداری قرار گرفته است، به خصوص در زمینه‌های داروسازی، شیمیایی، محصولات غذایی، آتزیمی، بازیابی فلزات با ارزش از کانه‌ها نیز یک بخش وسیعی از بیوتکنولوژی است.

بیولجینگ، استخراج فلزات از کانی‌های سولفیدی یا کنسانتره‌ها با استفاده از اجزای ساده‌ای نظیر آب، هوا و باکتری می‌باشد. سرعت لیچینگ کانی‌های سولفیدی غیر محلول یا کم محلول در آب، مانند کالکوپیریت، با فعالیت انواع خاصی از باکتری‌ها که قادرند از طریق سیداسیون این کانی‌ها انرژی مورد نیاز خود را برآورده کنند، تسریع می‌گردد.

امروزه استفاده از روش‌های لیچینگ میکروبی برای بازیابی فلزات از کانی‌های سولفیدی کم‌عبار از جمله فرآوری کانی‌های پیریت، پلا و انحلال مس از سولفیدهای مس افزایش قابل توجهی داشته است. بیولجینگ در واقع تبدیل بیولوژیکی ترکیبات فلزی غیر قابل حل، به یک محلول آبی است. در مورد لیچینگ سولفیدهای فلزی، باکتری‌های هوازی و اسید دوست اکسایند ترکیبات سولفید فلز یا FeS ، سولفید فلزی را به یون‌های فلزی و سولفات، اکسید می‌کنند. بیولجینگ شامل واکنش‌های شیمیایی و بیولوژیکی است. در فرآیند کلی بیولجینگ سولفید فلزی، سولفات‌های اکسیژن پذیرنده الکرون و یون‌های Fe^{2+} ، عامل اکسایند مناسب برای واکنش‌های فلزی هستند. اکسیداسیون سولفیدهای فلزی به خودی خود یک فرآیند شیمیایی است، به این ترتیب که یون‌های Fe^{2+} به یون‌های Fe^{3+} کاهش می‌یابد و سولفور موجود

در سولفید فلزی به سولفات و سایر ترکیبات سولفوری میانی مانند سولفور عنصری، پلی سولفید، تیو سولفات و پلی تیونات اکسید می شود.

اکثر میکروارگانیسم های اسید دوست اکسایند فلزی توصیف شده، متعلق به باکتری های مزوفیل و ترموفیل معتدل هستند. میکروارگانیسم ها بر اساس دمای بهینه برای رشدشان، به سه دسته تقسیم می شوند.

۱) مزوفیل در دمای ۴۰-۲۵ درجه سانتیگراد

۲) ترموفیل معتدل در دمای ۵۵-۴۰ درجه سانتیگراد

۳) ترموفیل مطلق در دمای ۸۰-۵۵ درجه سانتیگراد

عملیات های درون کانی بیولیچینگ صنعتی، اغلب در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد انجام می شود.

جمعیت های میکروبی در عملیات های معان کاری پیچیده و متعدد هستند که شامل باکتری ها، آرکی باکترها^۱ و قارچ^۲ است. pH پایین، تنوع ذرات کانی، حضور میکروارگانیسم ها و تنوع گونه های میکروارگانیسم ها موجود در محیط های معدنی، مطالعه آن ها را مشکل ساخته است. به منظور بهینه سازی پارامترهای عملیاتی فرآیند بیولیچینگ و افزایش کارایی فرآیند، لازم است که به بهترین نوع ترکیب میکروارگانیسم ها مؤثر در انجام فرآیند دست یابیم و در مجموع دمای باکتریایی را در پاسخ به دما، pH و پارامترهای دیگر در طول عملیات به نمایش در آوریم.

بیولیچینگ به مفهوم استفاده از قابلیت میکروارگانیسم ها در عملیات انحلال سولفید های فلزی به منظور بازیابی و تولید فلزات است. سابقه استفاده از این تکنولوژی به سال

^۱ Archaea

^۲ Fungus

های ۱۹۵۰ برمی‌گردد. توسعه این روش در دنیا به حدی بوده است که امروزه در امریکا بیش از ۲۰ درصد از استحصال مس به روش میکروبی می‌باشد. در بسیاری از کشورهای دیگر از جمله شیلی، استرالیا، آفریقای جنوبی، کانادا، چین، پرو و دیگر مناطق از این تکنیک برای بازیابی فلزات اصلی و گران‌بها استفاده می‌شود.

معدن مس سرچشمه یکی از بزرگترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان محسوب می‌شود و بزرگ‌ترین تولید کننده مس ایران می‌باشد. ذخیره زمین‌شناسی معدن بالغ بر یک میلیارد و دویست میلیون تن سنگ سولفوری با عیار متوسط ۰٫۷ درصد برآورد شده است. معدن مس سرچشمه از دیدگاه زمین‌شناسی بر روی کمر بند جهانی مس قرار داشته و به گسترش آن از جنوب خاوری تا شمال باختری به صورت یک محدوده مس‌داری با مساحت ۱۲۰۰×۲۳۰۰ متر و ژرفای ۱۶۱۲ متر می‌باشد. ساختار معدنی در این منطقه بصورت پهنابستی (پورفیری) بوده و نوع سنگ منطقه از نوع گرانودیوریت و زمان تشکیل آن حدود ۲۵ میلیون سال پیش می‌باشد.

معدن مس سونگون نیز در یک منطقه کوهستانی با متوسط ارتفاع ۲۰۰۰ متر بالای سطح دریا واقع شده و در شمال باختری بر روی کمر بند مس جهانی قرار دارد. این کانسار به صورت توده نفوذی، بر روی رشته کوه‌های ارسباران (قره داغ) قرار گرفته است. ذخیره احتمالی این معدن بیش از یک میلیون تن و ذخیره قابل استخراج آن (با توجه به اکتشافات انجام گرفته) حدود ۷۹۶ میلیون تن برآورد شده است که در مجموع کل ذخایر قطعی، احتمالی و ممکن در محدوده کانسار سونگون حدود ۱٫۷ میلیارد تن سنگ مس با عیار ۰٫۶۱ درصد است. در این معدن غیر از فلز ارزش‌مس، مولیبدن، طلا، نقره و دیگر عناصر با اهمیت به صورت فلزات همراه برداشت می‌شوند.