

خبرنامه توسعه مدیریت

مهرماه ۱۴۰۱ - شماره ۷۵

شرکت گسترش و توسعه معادن خاورمیانه

✉ info@memradco.com



MIDHCO



MEMRADCO





امام علی علیه السلام:

اِذَا وَصَّلْتَ اِلَيْكُمْ اطْرَافَ النِّعَمِ، فَلَاتُنْفِرْ وَاِقْصَاها بِقَلَّةِ الشُّكْرِ

زمانی که مقدمات نعمت‌ها به شما رسید، در نهایت آن را با کم‌شکری از خود مرانید.

فهرست مطالب

۴ و ۳	خلاصه کتاب «انقلاب در ثروت آفرینی»
۶ و ۵	راه اندازی خط دوم خردایش معدن سنگ آهک سرآسیاب
۸ و ۷	پروژه احداث کارخانه تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه
۱۰ و ۹	آئین کلنگ زنی پروژه تولید pcc ، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری
۱۱	تغییر مارک زغالسنگ معدن ۵
۱۲	کابرد پودر سنگ در معادن زغالسنگ
۱۶ و ۱۵ و ۱۴ و ۱۳	بهینه سازی عیار حد کانسارهای چند فلزی ...
۱۸ و ۱۷	استخراج کننده مس
۱۹	تحلیل انفجاری یا غیر انفجاری بودن محیط معادن زیرزمینی زغالسنگ
۲۱ و ۲۰	تعیین قابلیت انفجار گازهای موجود در هوای معادن زیرزمینی زغالسنگ
۲۳ و ۲۲	آشنایی با خطرات گاز متان و گرد زغالسنگ سنگ در معادن زیرزمینی
۲۴	هوشمند سازی ایمنی در معادن
۲۵	عناصر نادر خاکی و کاربرد آن
۲۷ و ۲۶	جایگاه مهندسی نت در صنعت معدنکاری جهان
۲۸	عملیات نقشه برداری معادن زیرزمینی
۳۰ و ۲۹	انتخاب میدکو
۳۱	انتخاب ممرادکو



مجمع مس چاه موسی

شرکت گسترش و نو سازی معادن خاورمیانه

info@memradco.com



خبر نامه توسعه مدیریت

شرکت گسترش و نو سازی معادن خاورمیانه (ممرادکو)

سال سوم – آبان ماه ۱۴۰۱ – شماره ۷۵

مدیر مسئول: آقای مهندس الیاس ایران نژاد

مدیر اجرایی: معصومه قطب الدینی

همکاران این شماره:

ستاد تهران – مجتمع آهک و دولومیت کرمان – مجتمع زغالسنگ طبس، مجتمع مس چاه موسی

آنچه توانسته ایم
آنچه توانسته ایم
خدا بوده است
خدا بوده است

شرکت گسترش و نو سازی معادن خاورمیانه

زمینه فعالیت و اهداف این شرکت عبارتند از:

- با هدف تامین مواد اولیه معدنی کارخانجات هلدینگ میدکو (توسعه معادن و صنایع معدنی خاورمیانه) و سایر کارخانجات داخلی با تمرکز بر معادن سنگ آهن، سنگ مس و زغال سنگ در آبان ماه ۹۱ تأسیس گردید.
- خرید، فروش و سرمایه گذاری در معادن و صنایع معدنی داخلی و خارجی از کشور
- تهیه و تامین اقلام معدنی مورد نیاز مجتمع های زیر مجموعه هلدینگ میدکو و سایر واحدهای تولیدی:
- خدمات بازرگانی داخلی و خارجی در خصوص واردات و صادرات اقلام مورد نیاز:
- تولید انواع مواد معدنی اولیه و محصولات وابسته
- مشاوره تخصصی در امور معادن و صنایع تولیدی مربوطه
- اخذ نمایندگی از شرکت های معتبر



• تهران - شهرک قدس - بلوار خوردین
ساختمان های دو برال - برج آرمینه - پلاک ۸
طبقه اول - واحد - ۱۰۳ - کد پستی: ۱۴۶۵۹۵۳۱۱۱

+۹۸ (۰۲۱) ۸۸۳۷۳۸۲۵

+۹۸ (۰۲۱) ۸۸۵۷۳۸۷۴ - ۹

info@memradco.com

مجمع مس چاه موسی

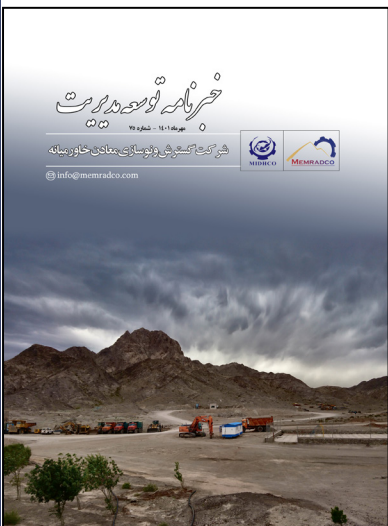
شرکت گسترش و نو سازی معادن خاورمیانه
(ممرادکو)

مجمع آهک و دولومیت کرمان

شرکت گسترش و نو سازی معادن خاورمیانه
(ممرادکو)

مجمع معدنی و فرآوری زغالسنگ طبس

شرکت گسترش و نو سازی معادن خاورمیانه
(ممرادکو)





جابجایی سنگ شکن معدن هوتک به معدن سراسیاب و

راه اندازی خط دوم خردایش

معدن سنگ آهک سراسیاب کرمان



مجید مقامی
مدیر اکتشاف و بهره برداری
از معادن آهک و دولومیت

مقدمه

با توجه به رسالت شرکت ممرادکو در تامین سنگ آهک دانه بندی شده و آهک کلسینه مصرفی صنایع فولاد مجموعه هلدینگ میدکو، برنامه ریزی استخراج و خردایش کلوخه استخراجی در معادن آهک و دولومیت به عنوان سرخط زنجیره تولید مصالح آهکی خام ودانه بندی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

به گونه ای که تامین بی وقفه سنگ آهک و دولومیت دانه بندی شده مورد نیاز کوره های پخت کارخانه به عنوان بزرگترین و مدرنترین کارخانه تولید آهک و دولومیت در سطح کشور اولویت اول کار امور معدن می باشد .

از طرف دیگر با توجه به تنوع محصولات دانه بندی شده معدن و نیاز بازارهای مصرف در سطح استان کرمان، حضور موثر در بازارهای مذکور و عرضه محصولات رقابتی امری اجتناب ناپذیر است که از یک سو سبب درآمدزایی معدن و از سوی دیگر نقش تعیین کننده مجتمع ممرادکو را در تامین نیازهای بازار به مجموعه های اقتصادی استان معرفی می کند.

با توجه به میزان مصرف روزانه آهک دانه بندی شده مورد نیاز کوره های پخت، ظرفیت محدود خط خردایش موجود در معدن که توسط پیمانکار در حال بهره برداری است ، سیاست های کلی مجتمع و بخش معدن در تامین روزانه نیاز کارخانه و تولید مازاد بر نیاز مصرف کوره های پخت آهک جهت ایجاد دپوهای پشتیبان

در معدن و کارخانه به منظور افزایش ضریب اطمینان در تامین بی وقفه مواد موردنیاز خط فرآوری آهک و تاکید مقام محترم مدیرعامل شرکت مبنی بر افزایش تولید پایدار سنگ آهک دانه بندی شده آهک ، مقرر گردید خط خردایش دوم کلوخه سنگ آهک در معدن آهک سراسیاب نصب و راه اندازی شود .

در این راستا و به منظور اجرای هر چه سریعتر پروژه، راهکارهای مختلف چگونگی تهیه، نصب و راه اندازی خط خردایش جدید معدن مورد پایش قرار گرفت.

بعد از بررسی های صورت گرفته توسط تیم فنی امور معدن و ضرورت تسریع در اجرا و تامین تجهیزات خردایش، مقرر شد با توجه به راه اندازی خط تولید معدن کاظم آباد و توقف خط خردایش معدن چترود، خط مذکور به معدن آهک سراسیاب انتقال یافته و پس از نصب به بهره برداری برسد .

مشخصات خط خردایش

مشخصات فنی خط دوم خردایش معدن سراسیاب به شرح زیر است :

- ۱- هاپر اولیه با ظرفیت ۵۰ تن
- ۲- فیدرتهذیه کننده با ظرفیت باردهی ۲۵۰ تن در ساعت
- ۳- سنگ شکن اولیه با ۹۰×۱۱۰ با ظرفیت ۲۵۰ تن در ساعت
- ۴- سنگ شکن ثانویه ۳۰×۱۲۵ با ظرفیت ۷۰ تن در ساعت (۲ دستگاه)
- ۵- سرند اولیه و سرند ثانویه ۲×۶ متر

۶- نوار نقاله (۱۱۰ متر)

۷- ظرفیت اسمی تولید ۲۰۰ تن کلوخه ورودی سنگ آهک در ساعت.

مشخصات اجرایی پروژه

۱- وزن تقریبی تجهیزات : ۶۵ تن

۲- مدت زمان اجرا ۴۸ روز شامل:

-دمونتاژ خط ۴ روز

-عملیات بتن ریزی و ساخت سازه های بتنی در طول پروژه شامل : ۲۹۳ متر مکعب بتن صنعتی و ۹۷ متر مکعب بتن غیر صنعتی

-انتقال تجهیزات از معدن چترود به معدن سراسیاب ۲ روز

-اورهال و رفع نقص کلیه دستگاهها و تجهیزات ۲۰ روز

-نصب تجهیزات ۱۸ روز .

-راه اندازی و رفع پانچها ۴ روز.

۳- تاریخ شروع پروژه ۱۴۰۰/۱۱/۵ و

تاریخ راه اندازی ۱۴۰۰/۱۲/۲۳

۴- نصب خط انتقال نیرو در دو بخش خارجی اتصال به شبکه و برق داخلی معدن به مدت ۴۵ روز که به دلیل مصادف شدن با تعطیلات عید نوروز با تاخیر دوهفته ای به بهره برداری رسید.

با توجه به سیاستهای کلی شرکت در مدیریت و کاهش هزینه تمام شده پروژه ها ، با موافقت مدیر عامل محترم شرکت و مدیر محترم مجتمع تصمیم برآن شد

است.

در پایان لازم می دانم از حمایت های بی دریغ مقام محترم مدیر عامل جناب آقای مهندس ایران نژاد و حسن اعتماد ایشان به پرسنل ، حمایت همه جانبه و حضور مداوم مدیر محترم مجتمع آقای مهندس زینلی در کلیه مراحل پروژه، همکاران ستاد تهران و کلیه همکاران معدن، واحدهای برق و خدمات فنی، مالی و بازرگانی مجتمع که با همدلی و تلاش در محیطی صمیمی و در قالب یک تیم واحد این پروژه را به پایان رساندند قدردانی کنم .

بخش های مختلف دمونتاژ ، حمل، اورهال دستگاه ها و تجهیزات و نصب و راه اندازی کار باجدیت پی گیری و ظرف مدت ۴۸ روز به انجام رسید .

شایان ذکر است که قیمت تمام شده پروژه در تمامی مراحل پروژه بیش از ۵۵ درصد نسبت به قیمتهای پیشنهادی پیمانکاری کاهش داشت.

ذکر این نکته نیز ضروری است که بهره برداری از خط مذکور توسط امور معدن آهک سراسیاب با کاهش ۵۰ درصدی قیمت تمام شده خردایش درحال انجام

که نظارت و همچنین اجرای بخشی از کارهای مربوط به مراحل فوق توسط تیم فنی متشکل از مسئولان معادن سراسیاب و چترود، واحدهای برق، خدمات فنی، امورمالی و بازرگانی مجتمع انجام گیرد.

در این راستا با حضور موثر کلیه ارکان پروژه و تیم های فنی مجتمع و با استفاده از خدمات روز مزد نیروهای کارگری و فنی و همچنین اجاره ساعتی دستگاه های باربرداری و بارگیری شامل انواع جرثقیل ها، دستگاه های حمل و نقل شامل تریلر و کفی و همچنین ابزارآلات مورد نیاز در



پروژه احداث کارخانه تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه

مجید مقامی
مدیر اکتشاف و بهره برداری
از معادن آهک و دولومیت

مقدمه

در دنیای امروز رقابت صنایع مختلف در تولید مواد با کیفیت و ارتباط موثر با بازارهای مصرف و تامین نیازهای مختلف در قالب سبد تولید مواد از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

در این راستا شرکت توسعه و بازسایزی معادن خاورمیانه و مجتمع تولید آهک و دولومیت کرمان که تولید آهک و دولومیت کلسینه مورد نیاز صنایع فولادی شرکت های هلدینگ میدکو را بر عهده دارد، توسعه صنایع تکمیلی مرتبط با محصولات آهکی را در دستور کار خود قرار داده است.

توسعه پایدار صنایع تکمیلی در کنار ایجاد فرصت های شغلی جدید و آموزش نیروی انسانی متخصص سبب ساز گسترش حضور شرکت در بازارهای مختلف و تولید محصولات رقابتی با کیفیت و افزایش حاشیه سود و کاهش قیمت تمام شده محصولات تولیدی معدن و کوره های تولید آهک است. راه اندازی خط تولید پودر آهک میکرونیزه از جمله پروژه های توسعه ای است که طی شش ماهه اول سال ۱۴۰۱ پس از مطالعات فنی و اقتصادی به منظور چابک سازی فرایندهای تولیدی معدن و افزایش حاشیه سود و کاهش قیمت تمام شده مواد اولیه کوره های تولید پخت آهک و دولومیت، راه اندازی و به بهره برداری رسید.

پودر سنگ آهک میکرونیزه

سنگ آهک از خانواده سنگ های کربناته رسوبی و از جمله پرکاربردترین مواد معدنی است که معمولاً به عنوان ملات و یا ماده پرکننده به کار می رود.

این ماده در طبیعت به شکل سنگ است و برای اینکه بتوان از آن در مصارف مختلف صنعتی، ساختمانی یا خدماتی استفاده نمود باید به سازهای کوچک تر خورده شود.

سایزهای پرمصرف آهک عبارتند از:

- آهک کلوخه

- سنگ آهک نمره

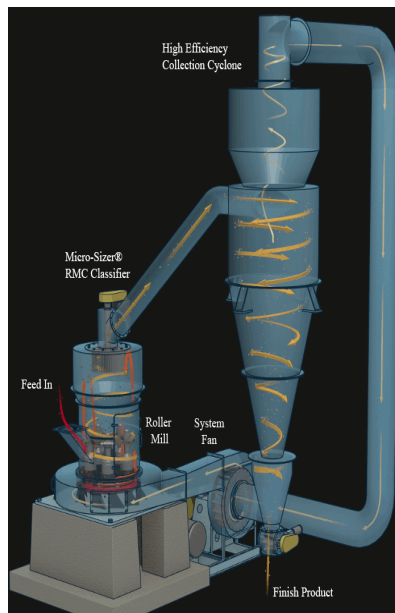
- پودر سنگ آهک

در واقع سنگ آهک میکرونیزه یا pulverized یا micronized

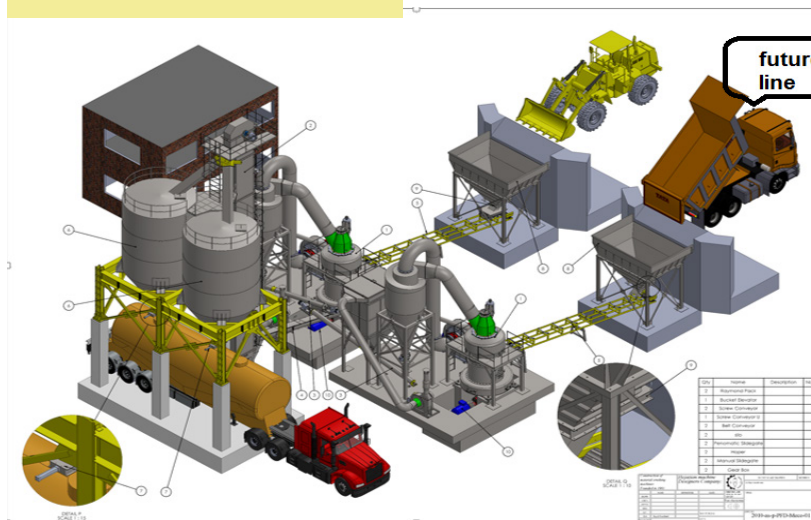
از کوبش و پودر کردن سنگ آهک بدست می آید که به دلیل سطح مقطع بیشتر و امکان ترکیب آن با دیگر مواد، مورد استفاده در صنایع مختلف، کارایی بیشتری نسبت به سنگ آهک دارد.

هدف از اجرای پروژه ساخت کارخانه تولید پودر میکرونیزه

هدف از اجرای پروژه تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه حضور موثر در بازارهای مصرف و ایجاد تنوع در سبد تولیدات شرکت، افزایش



نمائی از فرآیند خردایش و تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه در سیستم آسیاب ریموند



طراح شماتیک کارخانه تولید پودر آهک میکرونیزه در معدن سرآسیاب

حاشیه سود معدن و کاهش قیمت تمام شده مصالح دانه بندی شده ۴۰-۸۰ میلیمتر مورد استفاده در کوره های پخت آهک و همچنین تامین پودر آهک میکرونیزه مصرفی شرکت بایک مس می باشد.

مشخصات پروژه

تحقیقات اولیه در زمینه چگونگی تولید پودر آهک میکرونیزه با توجه به نیاز شرکت بایک مس ایرانیان به این ماده معدنی، از نیمه دوم سال ۱۴۰۰ آغاز گردید و پس از مطالعه و بررسی وضعیت شرکت های داخلی و خارجی دارای تکنولوژی مهندسی، ساخت و نصب و راه اندازی و بازدید از کارگاه های ساخت شرکت های داخلی، شرکت طراحان



گزارش تصویری از تکمیل پروژه کارخانه آهک میکرونیزه در معدن سرآسیاب

ماشین حجازیان پس از برگزاری تشریفات مناقصه از میان شرکت های داخلی برنده و با توجه به تأیید توان فنی توسط کارشناسان و متخصصان مجتمع آهک و دولومیت ممرادکو، قرارداد مهندسی، ساخت، تامین و نصب و راه اندازی (EPC) منعقد و کار از نیمه فروردین ماه ۱۴۰۱ آغاز گردید.

فرآیند تولید:

در فرآیند تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه سنگ های دانه بندی شده ۰ تا ۲۲ تا ۳۰ میلیمتر با ظرفیت ۷/۵ تن در ساعت توسط کامیون در هاپر خط تولید تخلیه و توسط نوار نقاله به آسیاب ریموند وارد می شود و در یک سیکل بسته عملیات خردایش با استفاده از سیکلون و سپراتورهای هوا تا حد ۲۰۰ مش پودر شده، سپس محصول نهائی به سیستم انتقال پاکت الواتور وارد و در سیلوهای محصول انبار و آماده عرضه به بازار می شود.

لازم به ذکر است که کیفیت محصول به لحاظ دانه بندی مطابق با نیاز مشتریان به طور پیوسته در آزمایشگاه موجود در کارخانه مذکور اندازه گیری و گزارش می شود.

تجهیزات خط میکرونیزه معدن سرآسیاب به شرح زیر است:

- ۱- هاپر اولیه با ظرفیت ۲۵ تن
- ۲- آسیاب ریموند
- ۳- پاکت الواتور
- ۴- نوار نقاله

۵- روتاری ایرلاک ها

۶- سیلوهای محصول

۷- تابلو برق

۸- آزمایشگاه

مشخصات اجرایی پروژه:

- ۱- وزن تقریبی تجهیزات: ۶۵ تن
- ۲- تاریخ شروع پروژه ۱۴۰۱/۰۱/۲۵ و تاریخ راه اندازی ۱۴۰۱/۰۶/۲۲
- ۳- مدت زمان اجرا پنج ماه از زمان تنفیذ قرارداد شامل:
 - آماده سازی سایت ۲ ماه
 - عملیات بتن ریزی و ساخت سازه های بتنی در طول پروژه شامل: ۲۳۵ متر مکعب بتن صنعتی و ۵۷ متر مکعب بتن غیر صنعتی
 - ساخت تجهیزات ۴ ماه
 - انتقال تجهیزات از مشهد تا معدن سرآسیاب ۵ روز
 - نصب تجهیزات ۲۵ روز.
 - راه اندازی سرد و رفع پانچ ها ۴ روز.
- ۳- راه اندازی گرم و شروع تولید ۱۴۰۱/۰۶/۲۲

هزینه اجرای پروژه

هزینه اجرای پروژه کارخانه تولید پودر آهک میکرونیزه به تفکیک فعالیت های پیش بینی شده حدود ۱۲۱/۶۶ برآورد گردید.

اما از آنجایی که کاهش هزینه تمام شده پروژه ها به عنوان یکی از راهبردهای اصلی در سیاست های کلی شرکت ممرادکو مطرح است، در این پروژه نیز حسب الامر مقام



گزارش تصویری از تکمیل پروژه کارخانه آهک میکرونیزه در معدن سرآسیاب

محترم مدیر عامل، تمام تلاش مجتمع آهک بر کاهش هزینه ها و استفاده از نیروی انسانی ماهر و متخصصین بدنه شرکت و جلوگیری از برون سپاری کارها به بخش پیمانکاری متمرکز گردید که علاوه بر صرفه جویی در هزینه ها، سبب انتقال کامل دانش فنی به پرسنل مشغول به کار در خط شد.

طی مراحل انجام پروژه به منظور صرفه جویی در هزینه ها بخشی از کارها شامل خاکبرداری و آماده سازی محوطه کارخانه، عملیات بتن ریزی و سیویل، برق رسانی به سایت، نظارت بر عملیات برق کشی تجهیزات کارخانه و راه اندازی تابلوهای برق، مکانیک و انجام بخشی از کارهای نصب، نظارت بر عملیات نصب تجهیزات، نظارت بر عملیات تست سرد و رفع پانچ و تست گرم و راه اندازی توسط پرسنل متخصص واحدهای معدن، دفتر فنی، مکانیک و برق مجتمع نصب به انجام رسید که سبب کاهش ۳۲ درصدی هزینه ها گردید.

در پایان لازم می دانم از حمایت های بی دریغ مدیرعامل محترم شرکت ممرادکو جناب آقای مهندس ایران نژاد و حسن اعتماد ایشان به پرسنل، حمایت های همه جانبه مدیر محترم مجتمع آقای مهندس زینلی در کلیه مراحل کار، همکاران ستاد تهران و کلیه همکاران معدن، واحدهای برق و خدمات فنی، مالی و بازرگانی مجتمع که با تلاش های فراوان در محیطی صمیمی این پروژه را به پایان رساندند قدردانی کنم.

آئین کلنگ زنی پروژه تولید (PCC)، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری

از محصول ریزدانه کوره‌های تولید آهک کلسینه



آیین کلنگ زنی پروژه تولید کربنات کلسیم رسوبی (PCC)، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری از محصول ریزدانه کوره‌های تولید آهک کلسینه در تاریخ سه شنبه ۱۱ مردادماه ۱۴۰۱ با حضور جناب آقای دکتر علی اصغر پورمند، (مدیرعامل محترم هلدینگ میدکو) در مجاورت کارخانه آهک و دولومیت ممرادکو در استان کرمان برگزار شد.

در این مراسم مدیر عامل شرکت ممرادکو، ضمن تشریح خط تولید فرایند کلسیناسیون سنگ آهک و دولومیت به تولید روزانه ۲۰۰ تن آهک کلسینه با دانه بندی ۰ تا ۱۵ میلیمتر اشاره نمود: به علت ریزدانه بودن در فرایند فولاد سازی قابل استفاده نبوده و در بازارهای تجاری نیز از اقبال کمتری برخوردار می باشد.

وی بیان داشت: با تشکیل تیم کارشناسی متشکل از پرسنل پرتوان و زحمتکش مجموعه آهک و دولومیت کرمان و مشاور

مجموعه (شرکت معیار صنعت خاورمیانه) دستیابی به راهکار علمی برای استفاده بهینه از این محصول در دستور کار شرکت قرار گرفت و سرانجام براساس مطالعات کارشناسی صورت گرفته، طرح تولید کربنات کلسیم رسوبی (PCC)، کاغذسنگی و کاغذدیواری از محصول فوق تهیه و به هیئت مدیره ارائه گردید که پس از تصویب، جهت آغاز فعالیت‌های اجرایی در تاریخ ۱۱ مردادماه با حضور مدیریت عامل محترم شرکت میدکو کلنگ زنی شد.

ایشان در ادامه خاطرنشان کرد: بر اساس این طرح با تولید انواع کاغذ از جمله کاغذدیواری از محصول جانبی کوره‌های آهک، ضمن کمک به حفظ محیط زیست و پیشگیری از قطع درختان و مصرف بی رویه آب، به ارزش افزوده مطلوبی نیز دست خواهیم یافت به طوری که نرخ بازگشت داخلی سرمایه (IRR) براساس مطالعات مهندسی انجام شده حدود ۵۵ درصد و ارزش خالص فعلی آن (NPV) حدود ۵۰۴،۵۷۳،۴۵۴ میلیون ریال خواهد بود.

مدیرعامل محترم ممرادکو با اشاره به اینکه کاغذسنگی (Stone Paper) محصولی همانند کاغذ معمولی است با قابلیت‌هایی کاملاً مشابه که اولین بار



در دهه ۱۹۹۰ میلادی توسط کمپانی لانگ منگ تکنولوژی (TLM) ابداع و به بازار دنیا عرضه شد افزودند: ماده اصلی تشکیل دهنده این نوع از کاغذ، پودر سنگ (کربنات کلسیم با خلوص مناسب یا PCC) می‌باشد.

وی همچنین افزود: در تولید کاغذسنگی هیچ درختی بریده نمی‌شود و قطره آبی نیز هدر نمی‌رود، از این رو به این نوع کاغذ، کاغذ دوستدار محیط زیست نیز گفته می‌شود.

مدیرعامل محترم شرکت ممرادکو در ادامه بیان داشت: تولید کاغذسنگی از کربنات کلسیم یکی از طرح‌های فناور کشور است که علاوه بر کمک به کاهش نیاز کشور به خروج ارز جهت واردات کاغذ، ارزش افزوده مناسبی در سطح استان ایجاد و بستر مناسبی برای اشتغال‌زایی جوانان فراهم می‌کند.

مهندس ایران نژاد گفت: در واقع ۸۰



آیین کلنگ زنی پروژه تولید کربنات کلسیم رسوبی (PCC)، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری از محصول ریزدانه کوره‌های تولید آهک کلسینه در تاریخ سه شنبه ۱۱ مردادماه ۱۴۰۱ با حضور جناب آقای دکتر علی اصغر پورمند، (مدیرعامل محترم هلدینگ میدکو) در مجاورت کارخانه آهک و دولومیت ممرادکو در استان کرمان برگزار شد.

به مناسبت ایام عزاداری سرور و سالار شهیدان حضرت امام حسین علیه السلام افزود: امیدوار هستیم تقارن این فعالیت جدید با این مناسبت بتواند باعث برکت و رونق در کسب و کار همه‌ی شرکت‌های میدکو و در پروژه شرکت ممرادکو گردد . دکتر علی اصغر پورمند گفت: هر فعالیتی که میدکو انجام می‌دهد در راستای فعالیت‌های زیست‌محیطی و اقتصادی است لذا اگر یک پروژه، اقتصادی باشد حتماً ملاحظات زیست‌محیطی نیز در آن مدنظر قرار گرفته شده و لذا یک پروژه زیست‌محیطی هم هست.

وی با اشاره به حدوداً ۳۸۰ میلیارد تومان هزینه سرمایه‌گذاری در این پروژه تصریح کرد: در مجموعه پروژه‌های هلدینگ میدکو در زمینه انرژی، آب و مواد اولیه چیزی به نام دورریز نباید داشته باشیم. وی افزود: هر آنچه در مجموعه پروژه‌های شرکت مورد استفاده نباشد حتماً در یک چرخه آمده و از آن استفاده خواهد شد و باید در سیکلی قرار بگیرد که بتواند تولید ثروت کند.

دکتر پورمند با اشاره به پروژه بسیار مهم PCC، کاغذ سنگی و کاغذ دیواری افزود: امیدواریم بتوانیم هم کاغذ سنگی و هم کاغذ دیواری را با یک شرایط خوب تولید

کرده و به بازار عرضه نماییم. مدیرعامل محترم هلدینگ میدکو گفت: در شرح نهج البلاغه علامه جعفری رضوان الله تعالی علیه در ارتباط با حقوق متقابل مردم و مسئولان اشاره می‌کند که حضرت امیر علیه السلام می‌فرمایند: یک حق من به گردن مردم دارم و یک حق مردم به گردن من دارند حقی که مردم بر گردن من دارند ۳ کار است که باید برای آن‌ها انجام دهم اول باید خیرخواه مردم باشم و دوم به اقتصاد آن‌ها سروسامان دهم و معیشت و نان و آب و ... آن‌ها را تامین کنم و سوم در جهت آگاهی‌بخشی آن‌ها و دانایی آن‌ها تلاش کنم خداوند را شاکر هستیم که در این مجموعه هم یادگیری و آموزش و هم رونق زندگی مردم و هم خیرخواهی وجود دارد و حتماً این حرکات و توسعه‌هایی که در میدکو انجام می‌شود در مسیر ولایت حضرت امیر مومنان علی علیه السلام قرار دارد.

به گزارش روابط عمومی ممرادکو: این آئین با حضور مدیران عامل فولاد بوتیا، فولاد سیرجان ایرانیان، شرکت معیار صنعت خاور میانه و مدیران و پرسنل مجموعه آهک و دولومیت کرمان و مشاوران برگزار شد.



امیر حسین نوری زاده
کارشناس فنی امور معادن

مارک زغالسنگ با استفاده از یک عامل یا چند عامل عنوان شده و بر اساس آن هر زغالسنگ علامت گذاری می شود که بیشتر دید صنعتی و تجاری در علامت گذاری لحاظ می گردد.

به طور مثال K یا C نشان دهنده کک شو بودن، A غیر کک شو، F شعله خیز بودن و مارک G گازدار بودن را نشان می دهد.

با توجه به مقادیر اندازه گیری شده مرتبط با ویژگی ها و خصوصیات زغال سنگ، می توان نوع مارک زغال را تعیین کرد.

در جدول ۱ طبقه بندی زغال های ایران (۱۹۷۸ بر اساس طبقه بندی روسی متداول در ایران) را بر اساس ویژگی ها و خصوصیات زغال سنگ نشان می دهد.

متامورفیزم زغال سنگ های زون ۵ براساس پارامترهای قابلیت انعکاس ویترنیت (۱۰R) و با توجه به سایر پارامترهای مواد فرار و خواص پلاستیسیته آن ها مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به میزان رفلکسیون ویترنیت (۱۰R) بین ۹۳ تا ۹۷ در زون ۵، میزان مواد فرار بین ۱۹ تا ۲۹ درصد و ضریب پلاستومتری ۱۴ تا ۲۲ میلی متر، زغالسنگ های این منطقه مراحل III تا IV متامورفیزم را تحمل نموده اند.

مارک زغال سنگ های این محدوده براساس مقدار رفلکسیون ویترنیت، مقدار مواد فرار و خواص پلاستیسیته

تعیین مارک زغالسنگ معدن ۵ (زون ۵ بلوک ۳ پروده شرقی)

قرار می گیرد.

به طور کلی زغال سنگ های زون ۵ از لحاظ تحمل متامورفیزم و مارک و همچنین با توجه به خاصیت بالای پلاستیسیته آن ها که عموماً بالای ۱۵ میلیمتر بوده جزء زغال سنگ های مرغوب محسوب شده و دارای قابلیت کک دهی بالایی می باشند. منبع: گزارش پایان عملیات اکتشاف زون ۵ بلوک ۳ پروده شرقی.



جدول ۱- طبقه بندی روسی متداول در ایران سال ۱۹۷۸

مارک	گروه های تکنولوژی	پارامترهای اصلی				پارامترهای تکمیلی					
		V ^t %		Y(mm)		مراحل متامورفیسم	10R %	ترکیبات عنصری			کالری
		از	تا	از	تا			C %	H %	(O + N) %	
D شعله بلند	---	46	51	0	0	II (II ₁)	75-80	---	---	---	7430 7770
G گازی	Γ19 Γ14 Γ10 Γ6	37 37 37 37	46 46 46 46	19 14 10 6	25 18 13 9	II (II ₂ - II ₃)	80-85	80-85	4-6	9-16	8033 8485
GF گازی چرب	Γ ж19 Γ ж14 Γ ж10 Γ ж6	31 31 31 31	37 37 37 37	19 14 10 6	25 18 13 9	II - III (II ₃ - III ₁)	85-89	83-87	5-6	7-12	8200 8700
F چرب	1ж26 2ж26	> 33 < 33	---	> 26 > 26	---	III - IV	89-97	80-90	5-6	5-15	8400 8800
KF کک شو چرب	K ж19 K ж14 K ж10 K ж6	25 25 25 25	31 31 31 31	19 14 10 6	25 18 13 9	III (III ₂ - III ₃)	89-93	86-90	4-5	5-10	8300 8800
K کک شو	K19 K14 K10 K6	17 17 17 17	25 25 25 25	19 14 10 6	25 18 13 9	IV	94-102	88-91	~ 4	5-3	8500 8900
HC غیر قابل دوب	1HC 2HC	25 17	31 25	0 0	6 < 6	II - IV	83-102	70-85	2-4	11-28	5000 8000
OC لاغر قابل دوب	OC ₀ 0 OC ₈ OC ₆	13 13 13	17 17 17	10 8 6	---	V	103-106	89-92	~ 4	4-7	8500 8750
T لاغر	---	10	13	0	0	VI	106-116	91-93	< 4	3-5	8600 8700
A آتراسیت	---	7	10	0	0	VI - VII	114-120	---	---	---	---

کاربرد پودر سنگ در معادن زغالسنگ

محمدرضا فرح بخش
سرپرست HSEC
مجتمع زغالسنگ طبس

* ثابت شده است که پودر سنگ پاشی، تکنیک ضروری برای کاهش خطر انفجارات معادن زغال سنگ است. ضمن اینکه به سیستم روشنایی معدن نیز کمک شایانی می کند و بررسی های قبلی، نیاز به گسترش و ارزیابی سیستم های پودر سنگ پاشی که پوشش کافی سطوح معدن زغال سنگ را فراهم می آورد و به صورت مرطوب (با مقدار کمتری از پودر سنگ) و خشک است را برجسته می کند.

* ذرات ریزتر پودر سنگ (منظور ذرات آیرودینامیک قابل تنفس با قطر کمتر از ۱۰ μm است) از ذرات بزرگتر در کاهش خطر انفجار موثرتر هستند.



ذرات ریزتر باعث ایجاد سطح بزرگتر در هر واحد جرم نسبت به ذرات درشت تر است. بنابراین توانایی گرماگیری بیشتری دارند.

مشخصات پودر سنگ مورد استفاده در معادن زغال سنگ

* سنگ آهک (مانند پودر سنگ جوشقان)، دولومیت، گچ، آئیدرات، خشت یا سایر متریا ل های خنثی
* ترجیحاً دارای رنگ روشن باشد
* ۱۰۰٪ ذرات پودر سنگ از الک با مش ۲۰ و ۷۰٪ آن از الک با مش ۲۰۰ عبور نماید.
* ذرات پودر سنگ باید بگونه ای باشند که



اگر رطوبت داده شوند، سپس خشک شوند، نباید به هم بچسبند و تشکیل کبکی دهند که نتوان آنها را با بلاست سبک هوا جدا نمود و در هوا پخش کرد.

* پودر سنگ نباید حاوی بیشتر از ۵٪ مواد قابل اشتعال باشد.

* پودر سنگ نباید حاوی بیشتر از ۴٪ سیلیکای آزاد یا ترکیب شده (SiO₂) باشد. اگر میزان غلظت نوع سیلیکا قابل تشخیص نیست، نباید حاوی بیشتر از ۵٪ سیلیکای آزاد یا ترکیب شده باشد.

چه نقاطی از معادن باید پودر سنگ پاشی شود؟

* تمامی مناطقی از معدن زغال سنگ که زیر زمین قرار دارند باید تا ۱۲ متری سطح کار پودر سنگ پاشی شوند.

* مناطقی که رطوبت زیاد دارد یا مناطق حاوی مقادیر زیادی از مواد غیر قابل اشتعال با احتمال ایجاد انفجار کم می باشد، مستثنی می باشند.

* مناطقی که غیر قابل دسترس باشد یا ورود به آن ها ناایمن باشد نیز مستثنی می باشند.
* دبیر اجرایی با مسوولیت خودش و بر مبنای یافته هایش محلی می تواند را مستثنی کند که این استثنا نباید خطری برای معدن کاران داشته باشد.

* تمامی میانبرهایی که کمتر از ۱۲ متر از سطح کار هستند باید پودر سنگ پاشی شوند.

* در معدنی که پودر سنگ پاشی انجام می شود، پودر سنگ باید به بالا، کف، و تمامی اطراف سطوح زیرزمینی معدن زغال سنگ پاشیده شده و در سطحی که مقدار محتوای غیر قابل اشتعال ترکیب پودر زغال سنگ و پودر سنگ و سایر پودرها کمتر از ۸۰٪ نباشد، باید نگهداری شده و ادامه یابد.

* در جاهایی که گاز متان در جریان تهویه حضور دارد، درصد محتوای غیر قابل اشتعال چنین پودر مرکبی باید به ازای هر ۰,۱٪ افزایش در میزان گاز متان، حدود ۰,۴٪ افزایش یابد.

بهینه سازی عیار حد کانسارهای چند فلزی با استفاده از الگوریتم های ژنتیک، روش جستجوی نسبت طلایی و الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات

رامین شفیعی، رئیس بخش معدن مجتمع مس چاه موسی



و در سال پایانی ۰/۰۰۶٪ و ۰/۰۰۳٪ و ارزش خالص فعلی کلی ۳۰،۸۰۸،۶۰۰ دلار به دست آمده است.

همچنین در حالت سه فلزی با استفاده از الگوریتم ژنتیک عیار حد فلزهای طلا و روی و سرب در سال اول به ترتیب ۰/۰۰۳۷٪ و ۰/۰۰۱۵٪ و ۰/۰۰۰۷٪ و در سال پایانی برای هر سه فلز ۰ و ارزش خالص فعلی کلی با استفاده از این الگوریتم ۷۸۸،۰۸۳،۱۰۰ دلار حاصل شده است.

همچنین نتایج به دست آمده در حالت سه فلزی با استفاده از الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات برای فلزهای طلا، روی و سرب در سال اول به ترتیب ۰/۰۰۴٪، ۰/۰۰۴۳٪ و ۰/۰۰۰۴٪ و در سال پایانی برای هر سه فلز ۰ و ارزش خالص فعلی کلی ۷۷۶،۵۴۱،۲۴۰ دلار حاصل شده است.

عیار حدهای به دست آمده در کلیه حالات نشان دهنده ی روند کلی نزولی در طول عمر معدن است. نتایج به دست آمده نشان از عملکرد خوب هر سه الگوریتم در زمینه ی بهینه سازی عیار حد است و این نوع نگرش نسبت به نگرش سنتی عیار حد ثابت سالیانه باعث افزایش ارزش خالص فعلی می شود.

کلمات کلیدی: عیار حد بهینه، ارزش خالص فعلی، الگوریتم ژنتیک، روش جستجوی نسبت طلایی، الگوریتم بهینه سازی تراکم ذرات (PSO)، کانسارهای چند فلزی.

مقدمه:

عیار حد عیاری است که تنها هزینه های استخراج، فرآوری و پالایش را پوشش می دهد. یعنی عیاری که به ازای آن هزینه ها و درآمدها سر به سر می شود. همچنین عیار حد معیاری است که مقصد مواد استخراج شده را مشخص می کند که دامپ باطله یا کارخانه پرعیارسازی است. روش های مختلفی برای محاسبه عیار حد وجود دارد که

این روش ها عبارتند از مدل سر به سر، مدل های برنامه نویسی ریاضی، محاسبه عیار حد با در نظر گرفتن پوش یک ها، مدل های تصادفی و مدل لین Lane. رایج ترین و بهترین روش از میان روش های ذکر شده مدل لین است. بر مبنای مدل پایه لین محاسبه عیار حد بهینه برای ظرفیت های استخراج، فرآوری و پالایش برای کانسارهای تک فلزی امکان پذیر است اما این مدل برای کانسارهای چند فلزی امکان پذیر نیست.

تعمیم هایی به مدل پایه لین داده شده است که عبارتند از محاسبه عیار حد با هدف بیشینه کردن سود و محاسبه عیار حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی به دلیل در نظر گرفتن ارزش زمانی پول نتایج بهتر و دقیق تری به دست می دهد.

مدل لین

براساس نظریه ی لین عملیات معدنکاری از سه مرحله تشکیل می شود که هر مرحله هزینه خاص خود و از ظرفیت ویژه برخوردار است و این سه مرحله عبارتند از:

- استخراج، تغلیظ و پالایش
پارامترهای تعریف شده در مدل لین عبارتند از:

M- ظرفیت سالانه استخراج معدن- اعم از کانسنگ یا باطله یا هر دو بر حسب تن

C- ظرفیت سالانه کارخانه پر عیارسازی بر حسب تن

R- ظرفیت سالانه کارخانه ذوب و پالایش بر حسب کیلوگرم

m- هزینه استخراج یک تن مواد بر حسب ریال یا تومان بر تن

k- هزینه پر عیارسازی (تغلیظ) یک تن کانسنگ بر حسب ریال

r- معرف هزینه های ذوب و پالایش و بسته بندی و حمل محصول نهایی به بازار و بیمه و حق بازاریابی و ...

می شود و بر حسب واحد پول به ازای هر کیلوگرم از محصول نهایی

f- هزینه های ثابت برای یک دوره زمانی خاص مثلاً یک سال یا عمر معدن در نظر گرفته می شود و شامل هزینه های اجاره ای، تعمیر جاده، ساختمان سازی و ... می شود که مستقل از یک تن سنگ در نظر گرفته می شود و تا زمانی که معدن تعطیل نشده است این هزینه ها جریان دارند و این هزینه ها شامل هزینه های استهلاک نمی شود.

s- معرف قیمت فروش محصول نهایی معدن است و بر حسب واحد پول به ازای هر کیلوگرم محصول نهایی معدن در نظر گرفته می شود.

Y- میزان بازیابی کلی است که شامل مرحله پر عیارسازی و ذوب و پالایش می شود.

T- طول دوره مشخص

qm- مقدار موادی که باید در یک دوره زمانی خاص استخراج شود بر حسب تن QC- مقدار کانسنگی که باید طی یک دوره زمانی خاص به کارخانه پرعیارسازی ارسال شود بر حسب تن . Qr - مقدار محصول نهایی که در طول یک دوره زمانی خاص باید تولید شود بر حسب کیلوگرم.

g- عیار متوسط
کل هزینه ها برابر است با:

Tc=mQm+kQc+rQr+ft
درآمد حاصل از فروش

محصول نهایی برابر است با:
I=SQR

مقدار سود برابر است با:
P=I-Tc=SQR-(mQm+kQc+rQr

+ft
P=(S-r)Qr-kQc-mQm-ft
در این رابطه Qr برابر است با:

Qr=Qc×g ×y

سوالی که برای آقا لین مطرح شد این بود که آیا این عیار حد (عیار کارخانه پر عیار سازی) و سود به دست آمده بهترین عیار و بیشترین سود است.

محاسبه عیار حد بر مبنای مدل لین با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی

امروزه هدف بیشتر شرکت های معدنی تعیین عیار حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی است.

دلیل این امر دسترسی سریع به نقدینگی و پرهیز از ادامه سرمایه گذاری برای طولانی مدت و اجتناب از هزینه های چنین سرمایه گذاری در معادن است (بهره پول) تا بتوان علاوه بر دسترسی کوتاه مدت به نقدینگی امکان استخراج ذخایر با عیار کم که در مناطق عمیق تر قرار گرفته اند را فراهم

کرد. به عبارت دیگر یک دلاری که امروز در اختیار قرار می گیرد از ارزش دلاری که ممکن است در آینده دور در اختیار قرار گیرد و بعضاً هم ممکن است حاصل نشود بیشتر است. مبنای تمایل صاحبان معادن در طراحی محدوده نهایی معدن و عیار حد با هدف منظور کردن ارزش زمانی پول و بیشینه کردن ارزش خالص فعلی است و به جای عیار حد ثابت عیارهای حد بهینه سالانه خواهیم داشت.

در این بخش نظریه لین برای تعیین عیارهای حد با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی با احتساب محدودیت های ظرفیت تولید معدن و ظرفیت کارخانه پرعیارسازی و ظرفیت پالایش در ذخایر ساده فلزی پایه مورد بحث قرار خواهد گرفت.

سوالی که لین مطرح کرد این بود که آیا امکان افزایش ارزش خالص فعلی با عیارهای حد که در طول عمر معدن متغیر باشند به جای عیار حد ثابت وجود دارد یا خیر و اگر پاسخ مثبت است این عیارهای حد متغیر متناسب با زمان کدام هستند و چگونه محاسبه می شوند.

بنابراین اگر اختلاف ارزش فعلی سود حاصل از کل ذخیره در زمان t=0 و t=T است را با "تو" نشان دهیم حاصل می شود:

v=P-VTd
P=[S-r]Qr-kQc-mQm-ft
v=[S-r]Qr-kQc-mQm-ft-VTd
v=[S-r]Qr-kQc-mQm-T(f+Vd)
اکنون عیار حد را با فرض اینکه ظرفیت یکی از عملیات ها عامل محدود کننده است محاسبه می کنیم.

gm=g=k/(S-r)y
gc=g=[k+(f+Vd)/C]/(S-r)y
gr=g=[k/(S-r-(f+Vd)/R)]y
(ذوب و پالایش)

عیار حد کانسارهای چند فلزی

در این تحقیق جهت به دست آوردن عیار حد بهینه از معادلات لین با هدف بیشینه کردن ارزش خالص فعلی استفاده شده است که بهترین و پرکاربردترین روش در بین روش های موجود است.

بر پایه ی این مدل برای هر عملیات معدنکاری سه مرحله وجود دارد : ۱- عملیات استخراج ۲- عملیات فرآوری و پر عیار سازی ۳- مرحله پالایش که شامل کنسارته و ذوب و ایجاد محصول نهایی می شود.

فرض کنید در یک کنسار دو فلزی ماده معدنی به کارخانه فرآوری فرستاده

می شود و در آنجا دو کنسارته تولید می شود.

هر کنسارته برای ذوب و پالایش نهایی به کارخانه پالایش فرستاده می شود که هر مرحله هزینه و محدودیت های خودش را دارد. بنابراین معادله سود کلی به صورت زیر می باشد:

P=[(s-1r1)Qr+1(s-2r2)Qr-2mQm-cQc-ft

که در این رابطه S۱ قیمت فروش فلز ۱، S۲ قیمت فروش فلز ۲، r۱ هزینه پالایش فلز ۱، r۲ هزینه پالایش فلز ۲، Qr۱،۲ میزان فلز ۱ تولید شده، Qr۲ میزان فلز ۲ تولید شده.

با توجه به بهینه سازی به منظور بهینه کردن ارزش خالص فعلی و برای هر محدودیت اعم از استخراج، فرآوری و پالایش برای حالت دو فلزی و سه فلزی معادلات

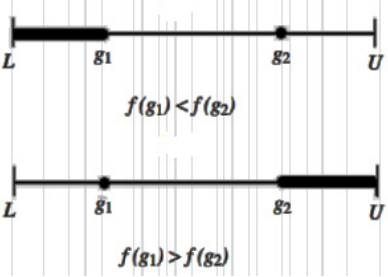
هدف به صورت زیر به دست می آیند:

vm=[(s-1r1)g 1y+1(s-2r2)g 2y-2c]Qc-[m+(f+Vd)/M]Qm
vm=[(s-1r1)g 1y+1(s-2r2)g 2y+2(s-3r3)g 3y-3c]Qc-[m+(f+Vd)/M]Qc
vc=[(s-1r1)g 1y+1(s-2r2)g 2y-2(c+(f+Vd)/M)]Qc-mQm
vc=[(s-1r1)g 1y+1(s-2r2)g 2y+2(s-3r3)g 3y-3(c+(f+Vd)/M)]Qc-mQc
vr1=[(s-1r-1(f+Vd)/R_1)g 1y+1(s-2r2)g 2y-2c]Qc-mQm
vr1=[(s-1r-1(f+Vd)/R_1)g 1y+1(s-2r2)g 2y+2(s-3r3)g 3y-3c]Qc-mQm
vr2=[(s-1r1)g 1y+1(s-2r-2(f+Vd)/R_2)g 2y-2c]Qc-mQm
vr2=[(s-1r1)g 1y+1(s-2r-2(f+Vd)/R_2)g 2y+2(s-3r3)g 3y-3c]Qc-mQm
vr3=[(s-1r1)g 1y+1(s-2r2)g 2y+2(s-3r-3(f+Vd)/R_3)g 3y-3c]Qc-mQm

مقدار بهینه برای حالت دو فلزی و سه فلزی به صورت زیر محاسبه می شود:

maxve=max[min(vm,vc,vr1,vr2)]
maxve=max[min(vm,vc,vr1,vr2,vr3)]

در معادلات ذکر شده V یک پارامتر



شکل ۱. نحوه ی کاهش فضای جستجو در روش جستجوی نسبت طلایی در معادلات یک بعدی

مجهول وابسته به عیار است که از طریق فرآیند تکرار به دست می‌آید.

روش جستجوی نسبت طلایی

یکی از سریعترین روش‌ها برای یافتن نقطه بهینه معادلات، روش حذفی است. در مرحله اول این روش، فضای جستجوی مسیله حدس زده می‌شود. در مرحله‌ی بعدی با انتخاب نقاط آزمایشی در فضای جستجو و ارزیابی آنها و مقایسه معادله هدف در این نقاط قسمتی از فضای جستجو حذف می‌شود. این روش کاهشی ادامه پیدا می‌کند تا بازه‌ی فضای جستجو کمتر از مقدار مشخص مثبت E شود که E دقت مورد نظر برای محاسبه عیار حد است. نسبت بازه‌ی باقی‌مانده بعد از هر مرحله حذف به مقدار اولیه نسبت کاهش نامیده می‌شود.

روش جستجوی دو بخشی، روش جستجوی فیبوناچی و روش جستجوی طلایی از جمله روش های حذفی هستند که از میان این روش ها نسبت کاهش روش جستجوی طلایی بهینه

است و برابر ۰/۶۱۸ است.

شکل ۱ روش جستجوی طلایی را برای یک معادله‌ی یک بعدی نشان می‌دهد.

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک در واقع یک روش جستجو برای یافتن جواب تقریبی مسایل بهینه‌سازی با استفاده از مفاهیم علم زیست شناسی مانند وراثت و جهش است.

در این الگوریتم که بر اساس نظریه تکامل داروین بنا نهاده شده است ابتدا متغیرهای مسأله با استفاده ازروش دودویی مناسب کدگذاری می‌شوند و سپس با شبیه سازی کامپیوتری قوانین تنازع برای بقا مرتباً رشته‌های مناسب‌تری که در واقع بیانگر جواب‌های بهینه‌تر هستند به دست آورده می‌شوند. همانند سایر روش‌های بهینه سازی فراابتکاری الگوریتم ژنتیک نیز یک روش مبتنی بر احتمالات است.

یعنی برای حصول اطمینان از به دست آوردن جواب بهینه سراسری باید در هر مسأله بهینه‌سازی معین این الگوریتم را

چندین بار اجرا و نتایج را با هم مقایسه کنیم.

احتمال یافتن جواب بهینه سراسری توسط الگوریتم ژنتیک در صورت استفاده از مقادیر مناسب برای پارامترهای الگوریتم بسیار بالا است.

الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات

بهینه‌سازی تراکم ذرات یکی دیگر از روشهای بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت است که برای حل مسایل بهینه‌سازی عددی با فضای جستجوی بسیار بزرگ بدون نیاز به اطلاع از گرادیان تابع هدف ابداع شده است.

در این الگوریتم که با الهام‌گیری از زندگی گروهی جانوران از جمله

مقدار تابع هدف (V _e)	نقطه آزمایشی
13399193	(0/2674,0/0764)
7263816	(0/2674,0/1236)
5177782	(0/4326,0/0764)
10043006	(0/4326,0/1236)

جدول ۱- مقادیر تابع هدف در چهار نقطه اول آزمایشی

سود تنزیل شده (دلار)	سود(دلار)	مولیبدين(تن)	مس(تن)	Q _c (تن)	Q _m (تن)	عیار حد		سال
						مولیبدين%	مس%	
7492214	8990657	954	5975	1000000	2500000	0/0267	0/3402	1
6235531	8979165	948	5986	1000000	2491946	0/0256	0/3424	2
5202136	8989291	955	5972	1000000	2499035	0/0268	0/3398	3
4240811	8793746	932	5859	1000000	2366179	0/0235	0/3318	4
3206736	7979386	887	5260	1000000	1925373	0/0202	0/2607	5
2342703	6995274	840	4594	1000000	1533857	0/0164	0/1284	6
1767987	6335016	784	4280	1000000	1328043	0/0081	0/0856	7
311433	1180240	223	1219	307353	355566	0	0/0597	8

جدول ۲-عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک.

سود تنزیل شده (دلار)	سود(دلار)	مولیبدين(تن)	مس(تن)	Q _c (تن)	Q _m (تن)	عیار حد		سال
						مولیبدين%	مس%	
7424500	8909400	964	5860	988610	2500000	0/0305	0/3314	1
6195694	8921800	936	5978	1000000	2453200	0/0234	0/3438	2
5125289	8856500	925	5953	1000000	2410200	0/0218	0/3429	3
4203125	8715600	886	5977	1000000	2339800	0/0151	0/3515	4
3211110	7990268	890	5260	1000000	1930522	0/0207	0/2600	5
2343489	6997621	840	4596	1000000	1534691	0/0164	0/1289	6
1772801	6352268	787	4284	1000000	1332750	0/0085	0/0856	7
345354	1313565	238	1300	327332	378658	0/0002	0/0600	8

جدول ۳-عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات

سود تنزیل شده (دلار)	سود(دلار)	مولیبدين(تن)	مس(تن)	Q _c (تن)	Q _m (تن)	عیار حد		سال
						مولیبدين%	مس%	
7490502	8988602	948	6000	1000000	2500000	0/0254	0/3441	1
6242085	8988602	948	6000	1000000	2499465	0/0254	0/3441	2
5201476	8988150	948	6000	1000000	2498728	0/0254	0/3438	3
4079394	8452032	961	5431	1000000	2193642	0/0318	0/2672	4
3227492	8031032	892	5286	1000000	1949950	0/0209	0/2639	5
2362653	7054845	845	4624	1000000	1555259	0/0172	0/1345	6
1750269	6393567	790	4304	1000000	1344151	0/0090	0/0874	7
454941	1750269	286	1567	392061	458805	0/0007	0/0622	8

جدول ۴-عیار حدهای بهینه برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی

حشرات (مورچه‌ها و زنبورها و موربان‌ها و ...) و پرندگان و ماهی‌ها ابداع شده است، برای حل یک مسأله بهینه سازی جمعیتی از جواب‌های کاندید با استفاده از یک فرمول ساده به طور تصادفی در دامنه مسأله به حرکت در می‌آیند و آن را با هدف یافتن جواب بهینه سراسری مورد کاوش قرار می‌دهند.

در الگوریتم PSO هر یک از جوابهای کاندید را یک ذره (particle) می‌نامند و هر ذره به عنوان مثال با یکی از پرندگان موجود در یک دسته پرنده در حال پرواز است.

الگوریتم PSO از این نظر که جمعیتی از جواب‌ها به طور تصادفی توسط

الگوریتم تولید شده و با حرکت در دامنه مسأله به دنبال جواب می‌گردند مشابه الگوریتم ژنتیک است.

با این حال در این الگوریتم بر خلاف الگوریتم ژنتیک به هر یک از جواب‌های بالقوه‌ی مسأله بهینه‌سازی (یعنی در واقع به هر یک از ذرات) یک سرعت تصادفی نیز نسبت داده می‌شود به طوری که در هر تکرار هر ذره با توجه به مقدار سرعتش در فضای مسأله جابجا می‌شود یا اصطلاحاً پرواز می‌کند.

برخلاف الگوریتم ژنتیک در الگوریتم PSO باید بهترین جواب بدست آمده برای مسأله بهینه‌سازی از آغاز اجرای برنامه تا آخرین تکرار توسط هر یک از ذرات نیز ذخیره‌سازی شود.

الگوریتم PSO نیز همانند الگوریتم ژنتیک ذاتاً برای حل مسایل بیشینه‌سازی بدون قید در حالت پیوسته مناسب است.

مثال فرضی

در این بخش در ابتدا به محاسبه عیار حد یک کانسار مس-مولیبدين فرضی با ذخیره ۱۵ میلیون تن با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی، الگوریتم ژنتیک و الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات پرداخته شده است.

با توجه به پارامترهای فنی و اقتصادی، توزیع تناژ-عیار مس و مولیبدين، عیار متوسط مس برای بازه‌های مختلف مس

سود تنزیل شده(دلار)	سود(دلار)	سرب(تن)	روی(تن)	طلا(تن)	Q _c (تن)	Q _m (تن)	عیار حد			سال
							سرب%	روی%	طلا%	
96531012	106184113	5000	9768	21	791583	4999908	0/004	0/0043	0/004	1
87745100	106171571	5000	9767	21	791517	4999272	0/0041	0/0043	0/004	2
79254544	105487798	5000	9791	21	792145	4829374	0/0039	0/0045	0/0039	3
70806344	103667568	5000	9844	20	793328	4450240	0/0042	0/0042	0/0038	4
63296022	101938877	5000	9934	20	794511	4167567	0/0045	0/0141	0/0036	5
56267139	99680669	5000	9949	20	795118	3839212	0/0061	0/0046	0/0034	6
47278104	92131651	5000	10582	18	815883	2887490	0/0139	0/093	0/0028	7
42174948	90405746	5000	10393	17	822616	2633994	0/0192	0/0357	0/0027	8
37868300	89291471	5000	10828	17	842278	2481910	0/008	0/0923	0/0025	9
34749258	90130627	5000	10427	17	837780	2479831	0/0056	0/0079	0/0026	10
31506328	89891232	5000	10447	17	840434	2448087	0/0047	0/007	0/0025	11
25294476	79384902	5000	10968	15	899631	1743849	0/0103	0/0142	0/0018	12
21904153	75619076	5000	10976	14	895643	1585091	0/026	0/0306	0/0016	13
20552209	78046979	4999	11000	15	894950	1703511	0/019	0/0339	0/0028	14
18165693	75882608	4965	11000	14	897485	1581371	0/0147	0/0316	0/0017	15
16215380	74509232	4951	11000	14	910589	1468275	0/0018	0/0024	0/0015	16
13218022	66810098	4874	11000	12	915713	1210776	0/0011	0/0011	0/0011	17
11053760	61457989	4874	11000	11	919842	1060448	0/0006	0/0006	0/0006	18
2660444	15029858	821	11000	2	154778	157894	0	0	0	19

جدول ۵-عیار حدهای بهینه کانسار سه فلزی برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات

و مولیبیدین و عیار متوسط مولیبیدین برای بازه‌های مختلف مس و مولیبیدین در این معدن فرضی ابتدا به بهینه‌سازی عیار حد با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی می‌پردازیم. با توجه به توزیع تناژ-عیار بازه‌ی کلی جستجوی عیار حد مس بین ۰ و ۰/۷ و برای مولیبیدین بین ۰ و ۰/۲ است. فضای کلی جستجو به صورت زیر است $L_0 = 1U_0/7 = 1L_0 = 2U_2 = 2$ بنابراین در اولین تکرار فضای جستجو

به صورت زیر به دست می‌آید:

$$a_0/2674 = 0/382 \times (0.0/7) + 0 = 1$$

$$a_0/4326 = 0/618 \times (0.0/7) + 0 = 2$$

$$b_0/0.764 = 0/382 \times (0.0/2) + 0 = 1$$

$$b_0/1236 = 0/618 \times (0.0/2) + 0 = 2$$

بنابراین چهار نقطه امتحانی برای اولین تکرار به صورت زیر است:

$$(0/0.1236/2674)(0/0.0764/2674)$$

$$(0/0.1236/4326)(0/0.0764/4326)$$

در تکرار اول در هر یک از نقاط بالا اول

میزان ماده معدنی، باطله، عیار متوسط

هر فلز، مقدار کل ماده معدنی استخراج شده، مقدار ماده معدنی استخراج شده که باید به کارخانه کنسانتره فرستاده شود و مقدار هر یک از فلزهای تولید شده از پالایش ۱ و ۲ محاسبه می‌شود و سپس مقدار توابع V_1 ، V_c ، V_m ، V_2 و V_e برای هر یک از نقاط محاسبه می‌شود.

برای چهار نقطه آزمایشی اول V_e به صورت زیر محاسبه شده است:

بنابراین بیشترین مقدار تابع هدف

سود تنزیل شده (دلار)	سود (دلار)	سرب (تن)	روی (تن)	طلا (تن)	Q_c (تن)	Q_m (تن)	عیار حد			سال
							سرب %	روی %	طلا %	
94527273	103980000	5000	10661	21	797320	4824900	0/0007	0/2015	0/0037	1
85809917	103830000	5000	10098	20	796060	4522000	0	0/0601	0/0037	2
77783621	103530000	5000	9885	20	793910	4426900	0/0034	0/0117	0/0037	3
70855816	103740000	5000	9875	20	795440	4412600	0	0/0044	0/0037	4
64358495	103650000	5000	9864	20	794790	4411300	0/0014	0/0037	0/0037	5
55613665	98523000	5000	10014	19	798950	3643900	0	0/0015	0/0033	6
47855587	93257000	5000	10274	18	819170	2855900	0	0/0066	0/0028	7
43480820	93205000	5000	10246	18	818820	2848800	0/0007	0/0007	0/0028	8
37014392	87278000	5000	10647	17	864950	2192300	0	0/0037	0/0023	9
33647905	87274000	5000	10637	17	864970	2190300	0	0/0015	0/0023	10
30590407	87278000	5000	10647	17	864950	2192300	0	0/0037	0/0023	11
25624290	8042000	5000	10990	15	906620	1763000	0	0/0015	0/0019	12
23281485	80374000	5000	10981	15	906100	1762400	0/0007	0/0007	0/0019	13
19007250	72180000	4926	11000	13	912700	1376300	0/0007	0/0007	0/0014	14
17284824	72203000	4933	11000	13	912940	1377800	0/0021	0	0/0014	15
15713476	72203000	4933	11000	13	912940	1377800	0/0021	0	0/0014	16
12707563	64230000	4861	11000	12	917520	1140800	0/0014	0/0007	0/0009	17
10778218	59926000	4882	11000	11	921350	1020600	0	0	0/0005	18
9083032	55551000	4908	11000	10	924910	924910	0	0	0	19
8257302	55551000	4908	11000	10	924910	924910	0	0	0	20
4807721	35143000	2858	11000	6	538510	538510	0	0	0	21

جدول ۶- عیار حدهای بهینه کانسار سه فلزی برای سال‌های مختلف عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک

نقطه‌ی $(0/0.0764/2674)$ است.

بنابراین محدوده‌ی جدید جستجو به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L_0 = 1U_0/4326 = 1L_0 = 2U = 20/1236$$

این فرآیند تا به دست آوردن عیار حد با دقت مورد نظر ادامه پیدا می‌کند که در این تحقیق دقت $0/0.01\%$ مورد نظر است.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که عملکرد هر سه الگوریتم در بهینه‌سازی عیار حد قابل قبول است.

در این قسمت کانساری سه فلزی روی-سرب-طلا فرضی با ذخیره 50728100 تن در نظر گرفته شده است که عیار حد بهینه سال‌های عمر معدن با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک و بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شده است.

عیار حد بهینه این کانسار نیز ابتدا با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شده که همانند مراحل قبل نتایج به دست آمده پس از اجرای ۲۹ مرتبه کد و انتخاب بهترین حالت به دست آمده است.

با توجه به نتایج ارزش خالص فعلی کلی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات 4123677654 دلار به دست آمده است.

در ادامه عیار حد این کانسار سه فلزی فرضی با استفاده از الگوریتم ژنتیک نیز محاسبه می‌شود.

با توجه به عیارهای حد به دست آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک پس از ۱۰ بار اجرای الگوریتم ارزش خالص فعلی کل برابر با 788083061 دلار به دست آمده است.

پارامترهای جمعیت اولیه، تعداد نسل‌ها، نرخ هم‌آوری، نرخ تقاطع و نرخ جهش برای به دست آوردن عیار حد بهینه به ترتیب ۳۵۰، ۱۰۰۰، ۲۰٪، ۶۵٪ و ۱۵٪ در نظر گرفته شده است.

نتیجه گیری

از میان این سه روش ارزش خالص فعلی کلی حاصل شده با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی نسبت به الگوریتم ژنتیک $0/14\%$ و نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات $0/11\%$ افزایش پیدا کرده است.

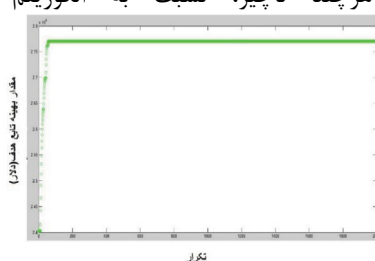
این اعداد نشان دهنده‌ی اختلاف ناچیز بین سه

روش و معتبر بودن نتیجه‌ی هر سه روش در بهینه‌سازی عیار حد این کانسار دو فلزی است مزیت دیگر روش جستجوی نسبت طلایی نسبت به دو روش دیگر جواب یکتای این الگوریتم است به عبارت دیگر با اجرای متوالی

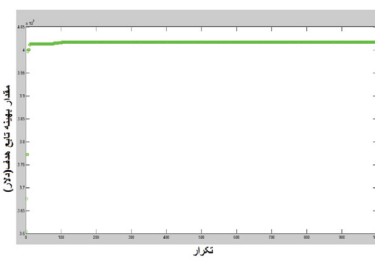
این الگوریتم جواب یکتایی به دست می‌آید و نیاز به اجرای مکرر این الگوریتم نیست.

همچنین زمان اجرای این الگوریتم در مقایسه با دو الگوریتم دیگر بسیار سریع است اما عیب روش جستجوی نسبت طلایی در مقایسه با دو الگوریتم دیگر پیچیدگی ساختار آن و زمان بر بودن نوشتن کد آن است که معیار بسیار مهمی در دنیای امروز می‌باشد. در بخش دوم، کانسار سه فلزی فرضی در نظر گرفته شد و عیارهای حد بهینه عمر معدن با استفاده از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات محاسبه شد.

جواب‌های به دست آمده با استفاده از این دو روش در کانساری سه فلزی نیز قابل قبول است و ارزش خالص فعلی کلی به دست آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک به میزان $1/5\%$ نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات افزایش پیدا کرده است که نشان دهنده‌ی عملکرد بهتر این الگوریتم، هرچند ناچیز، نسبت به الگوریتم



شکل ۲- فرآیند یافتن نقطه بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تراکم ذرات.



شکل ۳- فرآیند یافتن نقطه بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک

بهینه‌سازی تراکم ذرات است. با مقایسه عملکرد این دو الگوریتم با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که الگوریتم ژنتیک سریعتر نقطه بهینه را می‌یابد و عملکرد بهتری دارد.

منابع:

Ataei, M., Osanloo, M., (2003a). Determination of optimum cut-off grades of multiple metal deposits by using the Golden

Section search method. J. South. Afr. Inst. Min. Metall. 499-493, (8) 103. Asad, M. W. A., Qureshi, M. A., & Jang, H. (2016). A review of cut-off grade policy models for open pit mining operations. Resources Policy, 152-142, 49.

[3] اصانلو، م. روشهای استخراج معادن سطحی. جلد اول، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر (1392)

Vickers, E.L., (1961). Marginal analysis – its applications in determining cut-off grade. Min. Eng. 582-579, 13.

Henning, U., (1963). Calculation of cut-off grade. Can. Min. J. 57-54, (3) 84.

Dowd, P., (1976). Application of dynamic and stochastic programming to optimize cut-off grades and production rates. Trans. Inst. Min. Metall., Sect. A 31-22, 85.

Lane, K.F., (1984). Cut-off grades for two minerals. In: Proceedings of the 18th International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in the Minerals Industries (APCOM1984), London, pp. 492-485.

Lane, K.F., (1988). The Economic Definition of Ore: Cut-off Grades in Theory and Practice. Mining Journal Books, London, UK.

Mol, O., Gillies, A.D.S., (1984). Cut-off grade determination for mines producing direct-shipping iron ore. Proceedings of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 289, November/December 1984, pp. 287-283.

Krautkraemer, J.A., (1988). The cut-off grade and the theory of extraction. Canadian J. Econ. 160-146, (1) 21.

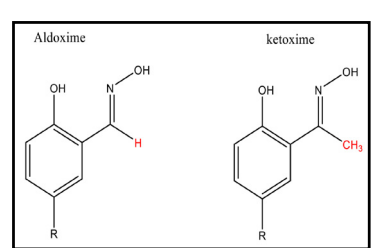
Dagdelen, K., (1992). Cut-off grade optimization. In: Proceedings of the 23rd International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in the Minerals Industries (APCOM1992), pp. 165-157.

Dagdelen, K., (1993). An NPV optimization algorithm for open pit mine design, In: Proceedings of the 24th International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in .

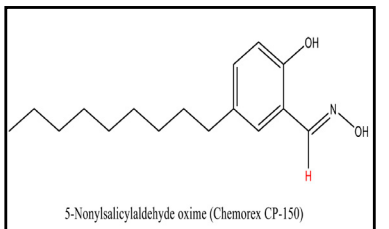
استخراج کننده مس

سینتیک واکنش استخراج کننده با مس استخراج کننده های مس براساس دارا بودن دو گروه عاملی آلدوکسیم و کتوکسیم بندی میشوند.

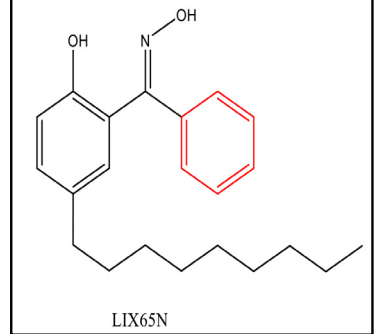
در شکل ۱ شمای کلی ترکیبات آلدوکسیم و کتوکسیم مشخص شده است:



مطابق شکل تنها تفاوت دوگروه عاملی آلدوکسیم و کتوکسیم در دارا بودن گروه عاملی متیل(الکیل یا آریل) و هیدروژن متصل به پیوند دوگانه کربن-نیتروژن میباشد.یکی از معروفترین و پرکاربردترین استخراج کننده های آلدوکسیم،۵- Nonylsalicyaldoxime با نام تجاری Chemorex CP-۱۵۰-۱۵۰ شناخته میشود ساختار شیمیایی این ترکیب مطابق شکل ۲ میباشد:



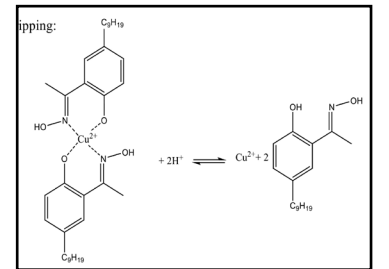
LIX۶۵N نیز نمونه ای از استخراج کننده های کتوکسیم میباشد که ساختار شیمیایی



آن در شکل ۳ آورده شده است:

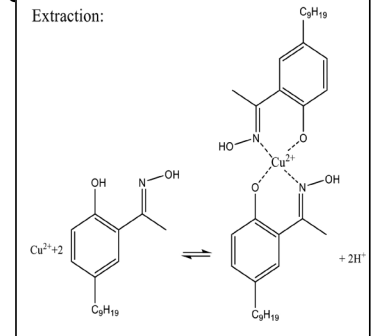
شکل ۳- ساختار شیمیایی LIX۶۵N

برای درک بهتر عملکرد استخراج کننده، مکانیزم واکنش استخراج کننده LIX ۸۴I با یون Cu^{2+} در شکل ۴ ارائه شده است:



شکل ۴- مکانیزم واکنش رفت استخراج کننده LIX ۸۴I با یون Cu^{2+} عملکرد کلی استخراج کننده با تغییر PH طبق واکنش تعادلی تغییر میکند به این صورت که در مرحله استخراج(جذب) PH محلول بالا نگه داشته میشود تا عمل جذب یون Cu^{2+} و تشکیل کمپلکس صورت گیرد. سپس با پایین آوردن PH، استخراج کننده تمایل خود را برای نگهداشتن مس از دست میدهد و عمل واجذب صورت میگیرد.

شکل ۵- مکانیزم واکنش برگشت استخراج



کننده LIX ۸۴I با یون Cu^{2+}

نتیجه گیری: مزایا و اهداف فرآیند استخراج مس با حلال، خالص سازی مس، بالا بردن غلظت مس و تبدیل مس به شکلی است که محصولات فلزی نهایی مورد نظر شامل کاند، پودر و کریستال ها را تولید کند. مزایای استخراج با حلال، سینیتیک سریع(جذب سریع مس و جداسازی مس)، عملکرد گزینشی و انتقال سریع مس، سهولت عملیات، محصول نهایی با خلوص بالا و در نهایت کاهش هزینه ها می باشد.

منابع :
[1].Feizollahi & Azizi/ Journal of Mining & Environment, Vol. 9, No. 2018 ,4
[2].Wang, J., Xu, W., Liu, H., Yu, F., & Wang, H. (2021). Extractant structures and their performance for palladium

extraction and separation from chloride media: A review. Minerals Engineering, 106798 ,163.
[3]. Younas, M., Druon-Bocquet, S., & Sanchez, J. (2009). Kinetic and dynamic study of liquid–liquid extraction of copper in a HFMC: Experimentation, modeling,

and simulation. AIChE Journal, (6)56 1480–1469.
[4]. Pradhan, S., & Mishra, S. (2015). A review on extraction and separation studies of copper with various commercial extractants. Metallurgical Research & Technology, 202 ,2)112.

نتیجه	شرایط لیچینگ	استخراج کننده
مس را فقط در pH بالای 3 می توان استخراج کرد و بیشترین درصد استخراج در محدوده PH 7-9 بدست می آید.	محیط سولفات آمونیوم	LIX 54 in Iberfluid
حداکثر درصد استخراج مس در pH 2 با استفاده از 0.5% Acorga M5640 (v/v) در Iberfluid بدست می آید.	محلول آبی نترات/نیتریک اسید	Acorga M5640 in Iberfluid
ظرفیت استخراج به ترتیب : LIX 65N < LIX 84N < LIX 984N < LIX 860N-I.	محلول آبی نترات	LIX (LIX 984N-I, LIX 860N, LIX 84-I and LIX 65N) in undecane
سیانکس 302 یک استخراج کننده بالقوه برای استخراج مس از محلول های آبی است. ترتیب گرماگیر بودن فرآیند استخراج برای سه سیستم مورد مطالعه به ترتیب کلرید < نترات < سولفات میباشد	محلولهای شامل سولفات، کلرید و نترات	Cyanex 302 in kerosene
نتایج نشان داد که یون های استات می توانند استخراج مس را تا حد زیادی بهبود بخشند. هنگامی که مقدار pH اولیه 4.44 و غلظت یون استات 0.18 mol/L است، راندمان استخراج تک مرحله ای بالای 99.5% میباشد.	محلول بافر استات	D2EHPA in Kerosene
مقایسه رفتار استخراج استخراج کننده ها برای مس در غلظت های 40 درصد، 10 درصد استخراج بیشتر با LIX 973N را نشان میدهد.	کمپلکس های سنتز شده Cu–Ni–Co–Fe	LIX 84 and LIX 973N in kerosene
استخراج مس با LIX 84-I در 4 مرحله با نسبت فاز 3:4 به دست آمد اما با LIX 622N در 3 مرحله با نسبت فاز 1:1 به دست می آید.	محلول سولفیدی حاوی منگنز	LIX84-I and LIX622N in kerosene
مخلوط سیانکس 301 و LIX® 984N اثرات ترکیب دوفاز را برای استخراج مس نشان داد. حداکثر ترکیب دو فاز در نسبت سیانکس 301 به LIX® 984N، 1 به 1 به دست می آید.	محلول سولفاتی	Cyanex 301, LIX® 984N and their mixture
pH 1.35 مناسب ترین pH برای انجام جداسازی مس از محلول است.	محلول لیچ سولفات آهن روی	Acorga M5640 and ShellSol D70 (aliphatic diluent)
99.7 درصد مس از فاز آلی بارگذاری شده با استفاده از سولفوریک اسید 0.2 مولار و یا هیدروکلریک اسید 0.5 مولار بازیابی میشود.	محلول لیچ کلرید	Cyanex 921 in kerosene
استخراج حلالی مس با نمک سدیم Cyanex 272 کارآمدتر از شکل اسیدی آن است.	محلول لیچ سولفات	Cyanex 272 and its sodium salt in kerosene
استخراج مس به صورت کمی در 2 مرحله با استفاده از 1.5% LIX 984N-C (v/v) با نسبت A/O 1:2 و pH 1.85 انجام میشود.	محلول لیچ باکتریایی کالکوپیریت با درجه پایین	LIX 984N-C
97.5 درصد مس با 1 مولار سیانکس 923 از محلول 5 مولار HCl استخراج میشود.	محلول لیچ کلرید	Cyanex 923 in kerosene
ترتیب ظرفیت استخراج مس برای چهار استخراج کننده عبارت بود از: LIX612N-LV > LIX984N, > XI04003 در LIX84-I pH کمتر از 0.5، استخراج مس به سرعت با افزایش pH افزایش یافت، در حالی که در pH بالای 0.5، با سرعت کمی با pH افزایش می یابد.	محلول لیچ کلرید	LIX84-I, LIX612N-LV, XI-04003 and LIX984N
در مورد سیستم هایی که از هیدروکسی اکسیم ها استفاده می کنند، راندمان استخراج بسیار بهتر از معرف β- دی کتون است.	محلول لیچ آمونیاک	LIX 84-I, LIX 984N and LIX 54-100
بیش از 95 درصد مس با استفاده از مخلوط LIX 63 و 0.3mol/L ShellSol در 0.33mol/L Versatic 10 استخراج میشود.	محلول لیچ کلرید	LIX 63 and Versatic 10
بیش از 99.9 درصد مس را می توان با یک مرحله برای هر یک از مراحل استخراج و واجذب انتقال داد.	بیولیچینگ با استفاده از کمپلکس Cu–Ni–Co	Chemorex CP-150 in kerosene
حلال های سینامات و مخلوط بتا دیکتون می توانند به طور موثر جایگزین LIX 54 شوند. حدود 97.3%، 99.7% و 99.6% مس را می توان به ترتیب با استفاده از LIX 54، سینامات و β دیکتون استخراج کرد.	محلول کرینات آمونیاکی	LIX-54, cinnamate and β diketone
بیش از 99.9% مس با 5% Mextral 84H در دمای اتاق با نسبت A/O 2:1 استخراج میشود.	محلول لیچ قلیایی گلیسین	Mextral 84H and Mextral 54-100 in kerosene

(A/O=Aqueous/organic)

جدول ۴-عبار حدهای بهینه برای سال های مختلف عمر معدن با استفاده از روش جستجوی نسبت طلایی



افشین شعبانلویی
واحد آزمایشگاه
مجتمع مس چاه موسی

چکیده: فراینداستخراج باحلال یااستخراج مایع-مایع یکی از مهم ترین روش های تغلیظ و تخلیص محلول های آبی به شمار می رود. استخراج با حلال یا استخراج مایع-مایع یک سیستم تعادلی فیزیکی-شیمیایی بین دو فاز غیرقابل اختلاط آبی و آلی می باشد. در این فرایند ترکیب آلی استخراج کننده با تشکیل یک کمپلکس هیدروفوب، یون هدف را استخراج می کند و در مرحله بعد با فراهم شدن شرایط، عکس این واکنش فلز مورد نظر را با غلظت و خلوص مناسب به محلول آبی برمی گرداند.

مقدمه: شستشوی مس از سنگ های اکسیدی، کانی های سولفیدی درجه پایین و کنسانتره های سولفیدی اولیه با محلول های اسید آبی یا آمونیاک و به دنبال آن استخراج با حلال SX به صورت تجاری از اواخر دهه ۱۹۶۰ انجام شد.

با گذشت زمان، استخراج کننده های LIX و سایر استخراج کننده های جدید در فرآیندهای استخراج با حلال، به شکل کارآمدتر، انتخابی تر و مقرون به صرفه تر مورد استفاده قرار گرفتند.

بنابراین با توجه به اهمیت صنعتی و اقتصادی مس، انتخاب استخراج کننده های با راندمان بالا موضوع مهمی در جداسازی و بازیافت مس است.

انتخاب یک استخراج کننده مناسب به در دسترس بودن، عملکرد فیزیکی، توانایی کلی کمپلکس و خواص شیمیایی آن بستگی دارد. تعداد زیادی از کارهای تحقیقاتی براساس استفاده از ترکیبات آلی مختلف به عنوان استخراج کننده برای SX مس منتشر شده است. تعدادی از مهمترین استخراج کننده های منتشر شده در سالهای اخیر در جدول ۱ نشان داده شده است.



امیرحسین نوری زاده
کارشناس فنی امور معادن ستاد تهران

مقدمه

به دلیل مشکلات خودسوزی زغال‌سنگ، ایزوله سازی بخش استخراج‌شده از یک معدن زیرزمینی به‌منظور کاهش ریسک هرگونه آتش‌سوزی یا انفجار، بسیار رایج می‌باشد. فضای ایزوله شده در یک معدن زیرزمینی زغال‌سنگ حجمی است که تحت شرایط مرزی کنترل می‌شود که می‌تواند در دو جنبه زیر قابل‌درک باشد:

الف) متان دارای حد انفجاری بین ۵ تا ۱۵ درصد است و غلظت ۹/۵ درصد خطرناک‌ترین درصد به دلیل احتراق کامل مخلوط هوا و متان می‌باشد که به این معنی است که یک فضای تازه ایزوله شده در ابتدا و در زمان کوتاهی انفجاری بوده و پس مدت‌زمانی طولانی به دلیل تصاعد مداوم گاز متان و افزایش غلظت آن در آن فضا، غیر انفجاری می‌شود.

ب) استفاده از گازهای خنثی برای اطفاء پتانسیل‌های آتش‌سوزی یا انفجار در بخش‌های استخراج‌شده، در معادن زیرزمینی زغال‌سنگ امری رایج می‌باشد. به‌طورکلی، گاز خنثی نیتروژن N₂ معمولاً برای تزریق به منطقه ایزوله شده برای حفظ یا ایجاد یک فضای غیر انفجاری استفاده می‌شود. بااین‌حال، با انتشار گاز متان از لایه‌های اطراف و تزریق هم‌زمان گاز N₂ از خارج، ترکیب فضای ایزوله شده از معدن می‌تواند به‌شدت تغییر کرده و قابلیت انفجار می‌بایست به‌دقت نظارت و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گیرد.

درنهایت، پیش‌بینی روند تغییرات اتمسفر در یک فضای ایزوله به علت پیچیدگی آن، مسئله‌ای بغرنج بوده که همچنین برای موضوع طراحی تهویه برای یک فضای ایزوله مشکلاتی را فراهم می‌آورد.

بااین‌حال، برای نیازهای مهندسی، دو سؤال زیر اغلب مورد پرسش قرار می‌گیرد و پاسخ آن‌ها برای مهندسین و مدیران امداد و نجات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است:

• هنگامی‌که یک ناحیه استخراج‌شده از معدن زیرزمین به‌طورمعمول ایزوله می‌شود، با توجه به انتشار متان از لایه‌های اطراف، ممکن است غلظت متان افزایش یابد. ازاین‌رو، چه مدت‌زمانی فضای ایزوله در مرحله غیر انفجاری باقی می‌ماند و چه موقع به مرحله انفجاری می‌رسد؟

تحلیل انفجاری یا غیرانفجاری بودن محیط معادن زیرزمینی زغال‌سنگ

• برای یک فضای غیرانفجاری، چگونه می‌توان تعیین کرد که آیا آن فضا در محدوده‌های مختلفی از شرایط مرزی، نزدیک یا دور از «ناحیه انفجاری» است؟ به عبارت دیگر، آیا چنین «ریسکی» افزایش می‌یابد یا کاهش؟

این‌ها سؤالات بسیار مهمی هستند، زیرا برای انجام هرگونه عملیات اطفاء حریق موفق یا ارائه مجوز به تیم امداد و نجات جهت مراجعه به زیرزمین، پاسخ موارد فوق سرنوشت‌ساز می‌باشد.

ارزیابی ریسک انفجار با استفاده از تحلیل‌های کمی

به دلیل سادگی، سه دسته زیر از گازها، مبادلات گازی در یک حجم ایزوله از یک معدن زغال‌سنگ را تشکیل می‌دهند. آن‌ها عبارت‌اند از جریان گاز متان، گاز خنثی نیتروژن (N₂) و جریان هوای تازه. شکل ۱ یک حجم ایزوله شده و تبادل جرم بین حجم و محیط اطراف آن را نشان می‌دهد.

به‌طور دقیق، همه این‌ها در نمودار قابلیت انفجار Coward می‌توانند به‌خوبی بیان شوند. شکل ۲ نشان می‌دهد که جهت یک نقطه خاص می‌تواند با اضافه شدن مقدار بیشتری

از گاز قابل‌انفجار، هوا یا گاز خنثی تغییر کند. با در نظر گرفتن قوانین جهت حرکت نقطه موردنظر روی نمودار، زون‌ها در نمودار می‌توانند به‌صورت شکل ۲ بازتعریف شوند.

• زون BNC. این منطقه یک زون انفجاری است، همچنین مثلث انفجاری نامیده می‌شود. نقطه موردنظر گاز در معدن در این زون نشان می‌دهد که فضای معدن قابل‌انفجار است. ازاین‌رو، اپراتورهای معدن در این شرایط با تزریق گاز خنثی، اتمسفر معدن را به‌سرعت خنثی‌سازی می‌کنند (حرکت نقطه موردنظر به خارج از مثلث).

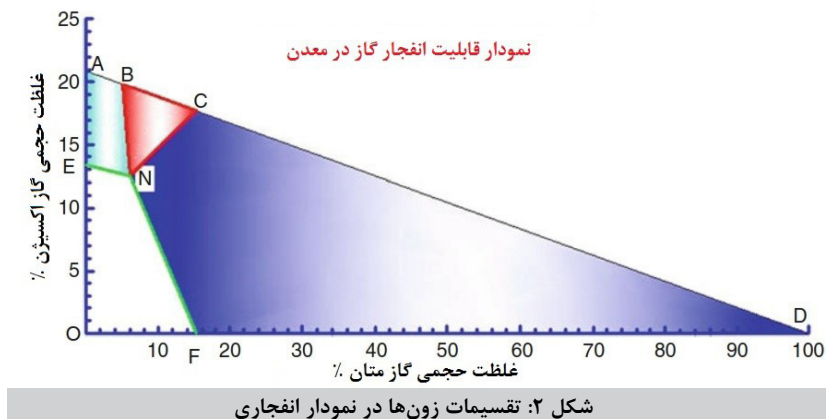
• منطقه CDFN. این زون غیرانفجاری است، اما نقطه موردنظر در این زون دارای یک ویژگی خاص است. با تجزیه‌وتحلیل پتانسیل مسیر حرکت این نقطه می‌توان دریافت که با توجه به نرخ تصاعد گاز متان و هوای تازه به اتمسفر معدن، ممکن است «انفجاری» شود یا «غیر انفجاری» باقی بماند.

• زون ABNE. این زون نیز یک منطقه غیر انفجاری است و رفتاری مانند زون CDFN که در بالا ذکر شد دارد. وضعیت اتمسفر ممکن است در صورت نرخ تصاعد بالای گاز متان «انفجاری» شود.

• زون ENFO. این زون غیر انفجاری است و می‌تواند به‌عنوان زون کاملاً ایمن در نظر گرفته شود. در این حالت هر گازی (گاز متان، گاز خنثی یا هوای تازه) اضافه شود، جهت حرکت نقطه موردنظر با مثلث انفجاری برخوردی نخواهد داشت.



شکل ۱: تغییر ترکیب گازها در اتمسفر ایزوله معدن



شکل ۲: تقسیمات زون‌ها در نمودار انفجاری

امیرحسین نوری زاده
کارشناس فنی استخراج معدن
ستاد تهران

۱- مقدمه

پدیده انفجار گاز خشن و بی‌رحم است. به‌طورکلی این‌یک واکنش شیمیایی پیچیده است که شامل بسیاری از مراحل بوده و شامل یک سری واکنش‌های زنجیره‌ای پیچیده می‌باشد.

به عبارت ساده، می‌توان با در نظر گرفتن انفجار به‌صورت یک واکنش دو مولکولی، فاکتورهای مؤثر این واکنش شیمیایی را تحلیل کرد که در آن یک ماده قابل‌انفجار به نام A و یک اکسیدکننده به نام B تحت یک واکنش شیمیایی گرمای Q را آزاد کرده و محصولی به نام M را تولید می‌کنند.

$$A+B \rightarrow M+Q \quad (۱ \text{ رابطه})$$

اگر a, b, m, q غلظت مولی برای A, B و M باشد، نرخ واکنش به‌صورت زیر بیان می‌گردد:

$$\frac{dm}{dt} = k a b \quad (۲ \text{ رابطه})$$

که در این معادله k ثابت نرخ واکنش می‌باشد. در صورت استفاده از غلظت‌های حجمی a, b و m به‌جای غلظت‌های مولی فوق، قانون گازهای ایده‌آل در اینجا می‌تواند استفاده شود که داریم:

$$\bar{a} = \frac{P}{RT} a \quad (۳ \text{ رابطه})$$

$$\bar{b} = \frac{P}{RT} b \quad (۴ \text{ رابطه})$$

که در این رابطه P فشار گاز کلی، T دمای مطلق گاز و R ثابت جهانی گازها می‌باشد.

$$\frac{dm}{dt} = k \left(\frac{P}{RT} \right)^2 a b \quad (۵ \text{ رابطه})$$

معادله فوق نشان می‌دهد که نرخ واکنش با مقدار ab از غلظت حجمی و مربع فشار کلی متناسب بوده اما به‌طور معکوس با مربع درجه حرارت T متناسب می‌باشد. بنابراین، ملاحظه می‌شود که عوامل مختلفی می‌توانند بر قابلیت انفجار یک گاز اثر بگذارد.

در صنایع فرآوری، انفجار گاز به‌عنوان فرایندی تعریف می‌شود که در آن احتراق بخار یک گاز از پیش ترکیب‌شده (سوخت با هوا یا سوخت با اکسیدکننده) باعث افزایش سریع فشار می‌شود.

انفجار گاز می‌تواند در تجهیزات فرآوری، ساختمان‌های فرآیند و منطقه باز یا

تعیین قابلیت انفجار گازهای موجود در هوای معادن زیرزمینی زغال‌سنگ



مرگ ۳۶۲ کارگر ازجمله کودکان شد. در سال ۲۰۰۶، فاجعه معدن ساگو (Sago) باعث مرگ ۱۲ معدنچی و فاجعه معدن Upper big branch (UBB) که در تاریخ ۵ آوریل ۲۰۱۰ رخ داد، منجر به مرگ ۲۹ معدنچی شد.

به‌طورمعمول، هوای معدن زیرزمینی شامل حدود ۲۱٪ اکسیژن، ۷۹٪ نیتروژن و کمتر از ۱٪ متان است. اما بسته به ویژگی‌های زمین‌شناسی زغال‌سنگ، ترکیب اتمسفر معدن همیشه به دلیل نشت پیوسته متان، سولفور هیدروژن و یا گازهای دیگر به‌ویژه برای منطقه استخراج‌شده و غیر کاری همواره در حال تغییر می‌باشد.

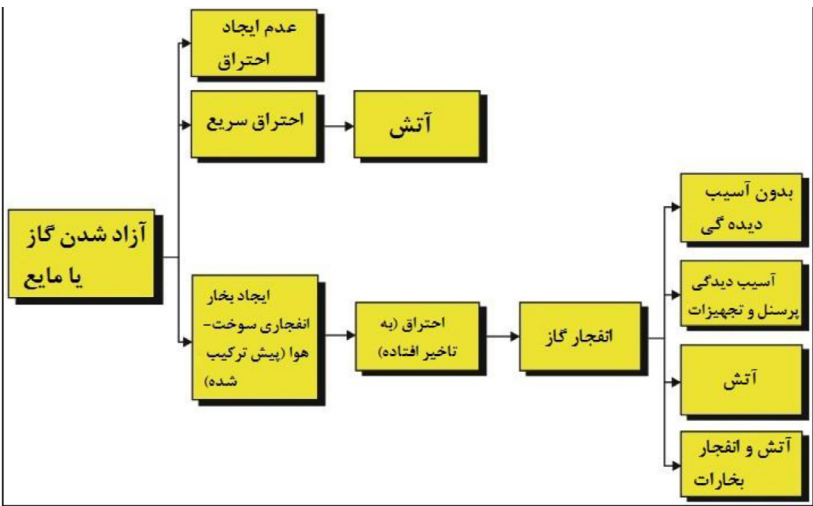
همچنین اقدامات دیگر از قبیل تزریق نیتروژن برای کاهش ریسک انفجار گاز در معدن، تأثیر بسزایی در ترکیب فضای

بسته فرآیند رخ دهد.

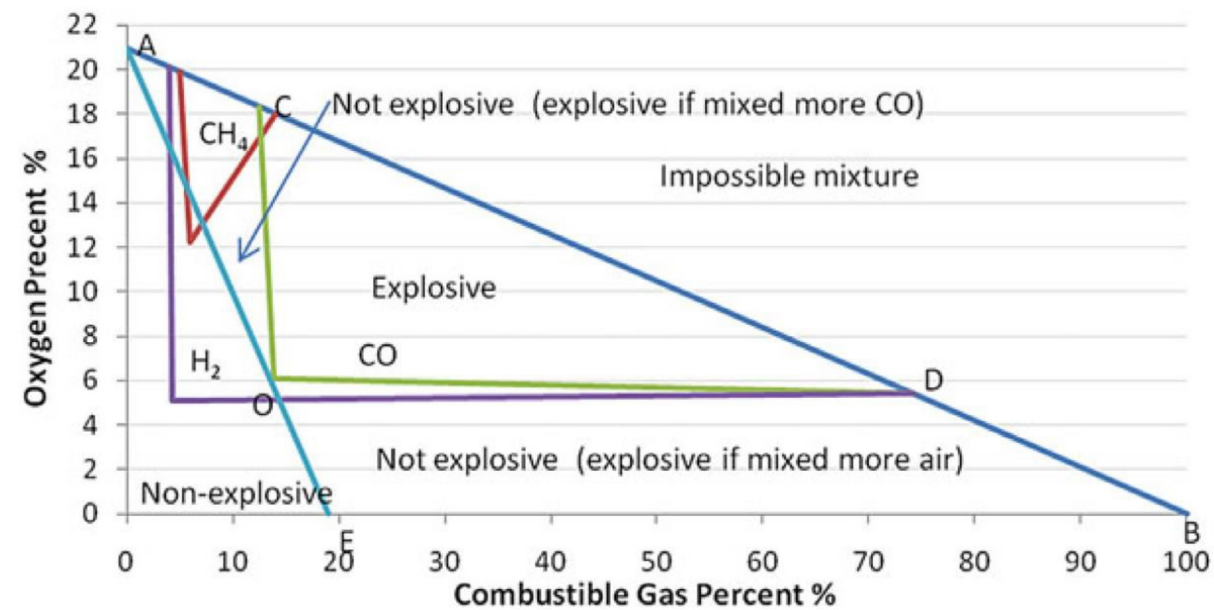
شکل ۱ اتفاقات معمول که قبل و بعد از یک انفجار رخ می‌دهد را نشان می‌دهد. تجربه‌های پیشین نشان می‌دهد که پیشگیری از انفجارهای گاز تنها از طریق کاهش نشت‌های اتفاقی، کاهش ایجاد ابرهای انفجاری و کاهش احتراق کافی نیست.

در صنایع معدنی، انفجارهای گاز در معادن همواره ازلحاظ ایمنی یک تهدید جدی در سراسر جهان محسوب می‌گردد. همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد، از مجموع ۱۵۷ انفجار گاز در سال ۲۰۰۹ در معادن زغال‌سنگ چین، ۷۵۵ نفر جان خود را از دست دادند.

در ایالات‌متحده نیز انفجارهای گاز تهدیدی جدی محسوب می‌شوند. فاجعه معدن مونوگا (Monongah)، باعث



شکل ۱: نمودار درختی شرح رویداد از توالی نشت گاز یا مایع قابل‌انفجار در فضا



شکل ۲: مثلث انفجاری Coward برای گاز متان، کربن مونواکسید و هیدروژن

اتمسفر معدن دارد.

بنابراین تعیین قابلیت انفجار گاز در معدن برای عملیات امداد و نجات یا کنترل شدت حادثه در معدن خصوصاً در مورد حادثه انفجار گاز، حیاتی می‌باشد.

در این مقاله روش نمودار انفجاری اصلاح‌شده Coward ارائه شده است. روش اصلاح‌شده پیشنهادی، فاکتورهای مؤثر بیشتری را در انفجار مخلوط گاز در نظر می‌گیرد و لذا باعث مفیدتر شدن این روش شده و بدین ترتیب می‌تواند از تصمیمات اشتباه احتمالی در تعیین قابلیت انفجار گاز در معدن جلوگیری کرده و نتایج بهتر و درست‌تری را ارائه دهد.

همچنین نمودار اصلاح‌شده Coward می‌تواند خط مبنایی را جهت بهبود استراتژی عملیات امداد و نجات در معدن فراهم نماید.

۲- نمودار قابلیت انفجار Coward (مثلث انفجاری Coward and Jones ۱۹۵۲) یک روش سریع و راحت برای تعیین قابلیت انفجار مخلوط هوا و

گازهای قابل‌احتراق است.

در نسخه اصلی آن، تنها سه گاز قابل‌احتراق (CH_4 ، CO و H_2) در نظر گرفته شده‌اند. هنگامی که سه گاز قابل‌احتراق با هوا ترکیب می‌شوند، قابلیت انفجار مخلوط بستگی به درصد گازهای قابل‌احتراق و اکسیژن دارد.

شکل ۲ مثلث انفجاری را برای سه گاز قابل‌احتراق نشان می‌دهد.

هر یک از مثلث‌های انفجاری با سه نقطه مشخص می‌شود، حد پایین اشتعال‌پذیری، حد بالای اشتعال‌پذیری و حد دماغه برای حداقل غلظت اکسیژن موردنیاز جهت انفجار.

نکات مشخص برای سه گاز قابل‌انفجار در جدول ۱ ذکر شده است.

مثلث انفجاری برای یک گاز قابل‌انفجار، نمودار را به پنج منطقه متمایز تقسیم می‌کند.

به‌عنوان مثال، با توجه به مثلث انفجار گاز CO در شکل ۲، نقطه A نشان‌دهنده هوای تازه، نقطه B نشان‌دهنده ۱۰۰٪ گاز قابل‌انفجار و ابتدای نمودار نشان‌دهنده

۱۰۰٪ گاز بی‌اثر می‌باشد.

هر مخلوطی از هوا، گاز قابل‌انفجار و گاز بی‌اثر می‌تواند با یک نقطه در داخل نمودار نشان داده شود.

ناحیه‌ای که در بالای خط AB قرار دارد، یک منطقه غیرممکن جهت تشکیل مخلوط هوا-گاز می‌باشد.

منطقه سمت چپ خط AE منطقه غیر منفجره است که همچنین به‌عنوان منطقه امن مطلق شناخته می‌شود مثلث COD یک منطقه دارای پتانسیل انفجار است، این یعنی زمانی که انرژی مناسب برای احتراق فراهم شود، ممکن است انفجار رخ دهد. مخلوط هوا-گاز در مثلث AOC غیر انفجاری نیست. با این حال، با تزریق مقدار کافی گاز CO ، می‌تواند انفجاری شود.

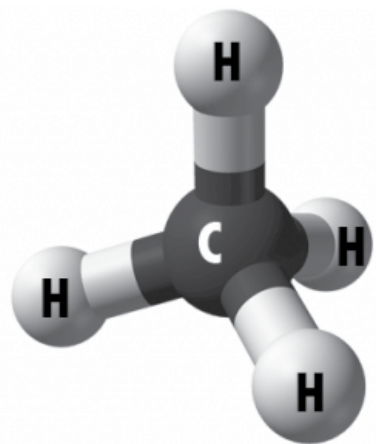
منطقه ODBE نیز یکی از مناطق غیر انفجاری می‌باشد، ولی در حضور هوای تازه می‌تواند انفجاری شود.

همچنین دقت شود که شکل ۲ تحلیل مثلث انفجاری را تنها در حالت حضور اکسیژن با یک گاز قابل‌انفجار نشان می‌دهد.

مقدار نیتروژنی که باید جهت خنثی نمودن ترکیب اضافه شود:	حدود دماغه		حدود اشتعال پذیری		گازها
	اکسیژن	گاز	حد بالا	حد پایین	
6.07	12.20	5.90	14.00	5.00	متان (CH_4)
4.13	5.10	4.30	74.20	4.00	هیدروژن (H_2)
16.59	6.10	13.8	74.20	12.50	مونواکسید کربن (CO)

جدول ۱: رئوس مثلث انفجاری (درصدها)

آشنایی با خطرات گاز متان و گرد زغالسنگ در معادن زیر زمینی



محمد یوسف زاده
کارشناس بهداشت حرفه ای
مجتمع زغالسنگ طبس

گازمتان

گازی است بی رنگ، بی بو و بی مزه، از هوا سبک‌تر که چگالی آن نسبت به هوا ۰.۵۵ می‌باشد. به همین جهت همیشه در قسمت‌های بالا جمع می‌شود.

این گاز به مقدار زیاد در معادن زغالسنگ و ذخائر نفتی وجود دارد. متان همان گاز شهری می‌باشد.

خطرات گاز متان

چنانچه این گاز به مقدار زیاد تولید شود جای اکسیژن را اشغال و باعث کمبود اکسیژن می‌گردد ولی خود گاز متان سمی نیست.

مهم‌ترین خطر گاز متان احتراق و انفجار آن است. مخلوطی از دو حجم اکسیژن و یک حجم گاز متان بر اثر شعله و یا جرقه منفجر شده و حرارتی معادل ۲۲۰۰ درجه سانتیگراد و فشاری برابر ۹ اتمسفر ایجاد می‌کند.

$2H_2O + Q + CO_2 = 2O_2 + CH_4$
بدیهی است که افزایش درجه حرارت ناگهانی باعث افزایش حجم هوا و گازهای حاصل از انفجار شده و در نتیجه به صورت امواج ضربه‌ای به تمام قسمت‌ها سرایت کرده و تخریب‌های زیاد و خسارت‌های جانی و آتش‌سوزی به بار خواهد آورد.

علاوه بر آن موج‌های ضربه‌ای باعث خارج شدن هوای داخل گالری شده و در نتیجه به وجود آمدن خلا هوای خارج با همان فشار و همان قدرت مجدداً به داخل بر می‌گردد و در نتیجه خرابی‌ها و خسارات ناشی از ضربه اول را افزایش می‌دهد.

به چنین ضرباتی ضربه معکوس گویند. چنانچه گاز متان با اکسیژن کمتری مخلوط باشد به صورت ناقص سوخته و تولید دوده می‌کند.

با توجه به تجربیات به دست آمده گاز

درصد باشد، قابل انفجار نیست ولی در مجاورت یک منبع حرارتی داغ، قابلیت سوختن پیدا می‌کند و شعله حاصله در اطراف منبع باقی می‌ماند مخلوطی از ۶-۵ درصد الی ۱۶-۱۴ درصد متان دارای قابلیت انفجار است.

بالاخره در آمیختگی گاز متان و هوا، هر گاه مقدار متان از ۱۶-۱۴ درصد تجاوز کند، مخلوط، قابلیت انفجار خود را از دست می‌دهد ولی در معادن، محیط ایمنی محسوب نمی‌شود. غلظت گاز متانی که در مقایسه با سایر انواع خود قابلیت اشتعال بیشتری دارد، ۸ درصد است ولی پر قدرت‌ترین انفجار با مخلوط متان و هوای ۹/۵ درصد اتفاق می‌افتد.

به هر حال، بایستی در داخل معدن از ایجاد هرگونه جرقه یا شعله جلوگیری شود و تا حد امکان به رعایت نکات ایمنی تأکید و توجه شود.

مهم‌ترین مشتعل کننده گاز متان به شرح زیر است

۱- ایجاد شعله در اثر کبریت زدن یا سیگار کشیدن:

این موضوع عامل تعداد بسیاری از انفجارها در معدن بوده است؛ به همین علت، قبل از ورود افراد به داخل معدن لازم است، از نظر داشتن کبریت، فندک و سیگار مورد بازرسی قرار گیرند.

۲- چراغ اطمینان شعله ای:

هرگاه چراغ اطمینان شعله‌ای که وسیله‌ای برای اندازه‌گیری غلظت گاز متان در هوای معدن است، در معرض جریان شدید هوا قرار می‌گیرد، شعله آن با توری تماس حاصل کرده و آن را به حرارت قرمز می‌رساند که همین منبع داغ می‌تواند سبب اشتعال گاز متان شود. بنابر این، چراغ اطمینان شعله‌ای را بایستی از جلوی دهانه لوله‌های تهویه یا هر جایی که جریان شدید هوا وجود دارد، دور نگه داشت. چراغ‌های معیوب نیز می‌توانند گاز متان را مشتعل کنند.

۳- جرقه ناشی از برخورد سنگ‌ها با یکدیگر:

در مواردی شبیه ریزش سقف کار معدنی، از برخورد ماسه سنگ‌ها و غیره، ممکن است جرقه‌هایی تولید شود که بتواند گاز متان را مشتعل کند.

۴- ماشین‌های حفر زغال:

در اثر کار با ماشین هوای حفر زغال دندانه هوا و تیغه هوای برش دهنده به خصوص هنگام برخورد با سنگ‌ها و ناخالصی‌های سخت مثل پیریت و نیز قلوه سنگ‌ها داغ می‌شود، یا تولید جرقه کند که می‌تواند گاز متان را مشتعل سازد.

۵- مواد منفجره معمولی و غیرمجاز:

هرگونه عدم رعایت مقررات ایمنی در مورد مواد منفجره و آتش کاری، می‌تواند سبب خطرات متعددی از جمله خطر اشتعال متان شود.

۶-لکوموتیوهای دیزلی:

هرگاه دودهای خروجی لکوموتیوهای دیزلی به طریقی خنک نشود، می‌تواند گاز متان را مشتعل سازد.

۷-ابزارهای حفاری:

مته پرفراورها هنگام حفر چال در سنگ‌های سخت، جرقه‌های خطرناکی تولید می‌کند که در اثر آن گازمتان آتش می‌گیرد.

۸-اصطکاک فلزات:

در اثر مالش واصطکاک بین دو جسم فلزی مانند پروانه و بدنه ونتیلا تور، خطر انفجار متان به وجود می‌آید.

۹-جرقه و قوس الکتریکی:

در اثر پیدایش آن‌ها در ماشین‌آلات برقی معیوب و غیر مجاز، می‌تواند متان را مشتعل کند.

۱۰-(تخلیه الکتروستاتیکی)

الکتریسیته ساکن:

در اثر مالش هوای فشرده با شیلنگ یا انتقال موادی مانند خاک و ماسه از لوله‌ها به وسیله هوای فشرده برای خاکریزی یا بستن چال یا در موارد مشابه، در اطراف لوله‌ها الکتریسیته ساکن ایجاد می‌شود که خلیه آن سبب ایجاد خطر اشتعال متان می‌گردد.

بنابراین، بایستی این لوله‌ها حتما دارای اتصال زمین باشند.

از عوامل دیگر مشتعل‌کننده گاز متان، پدیده انفجار گرد زغال‌سنگ و آتش‌سوزی معدنی را می‌توان نام برد.با شرحی که در مورد عوامل مشتعل‌کننده گاز متان بیان شد این نتیجه حاصل می‌شود که برای جلوگیری از وقوع اشتعال و انفجار گاز متان، بایستی عوامل خطرآفرین را از میان برداشت.

یعنی با انجام تهویه مؤثر مقدار گاز متان را در هوای معدن تا زیر حد مجاز رقیق کرد و در ضمن اقداماتی نیز به شرح زیر انجام داد:

۱- استفاده از چراغ‌های بدون حفاظ، کبریت، فندک و نیز استعمال دخانیات ممنوع شود.

۲- برای روشنایی انفرادی، از چراغ‌های باتری‌دار استفاده شود و کیفیت هوا به طور مرتب با دستگاه‌ها و چراغ‌های مخصوص کنترل شود.

۳- تعداد دفعات آتش‌کاری به حداقل ممکن کاهش یابد و روش حفر زغال با وسایل هیدرولیک جانشین آن شود و برای شکافتن سقف گالری‌ها از چکش‌های بادی سنگین استفاده گردد.

۴- موارد زیر در هنگام آتش کاری بایستی

حتما رعایت شود:

الف – فقط مواد منفجره و وسایل ایمنی مجاز به کار گرفته شود.

ب-از چاشنی‌های الکتریکی فوری یا کم تأخیر استفاده شود که زمان تأخیر آن‌ها مطابق استانداردهای حفاظتی باشد.

ج-چال‌ها به دقت و به طور کامل مسدود شوند و مواد پرکننده از مواد غیر قابل سوختن، خردشونده یا پلاستیک مانند سنگ، گرد و خاک، ماسه یا خاک رس تهیه شود.هیچ فشنگی در خارج از چال‌های مسدود شده نباید منفجر شود و هیچ چالی از ۶۵ سانتی‌متر نباید کوتاه‌تر شود و گاز متان تا ۲۰ متری سینه کار استخراجی کمتر از یک درصد بوده و چنانچه گرد زغال نیز در فاصله مذکور موجود باشد، بایستی به خاک‌پاشی آن نیز اقدام کرد.

د- در هنگام استفاده از برق، رعایت کلیه نکات ایمنی ضرورت کامل دارد و کاربرد وسایل الکتریکی ضد انفجاری ضروری است.

هرگاه مقدار زیادی گاز متان منتشر شود، لوازم و دستگاه‌های هوای فشرده، جانشین ابزارآلات برقی می‌شوند و در صورت لزوم با انجام عملیات گاززدایی و انتقال متان به خارج معدن، شرایط ایمنی بهتری فراهم می‌شود.

مقدار مجاز گاز متان در قسمت‌های مختلف معدن

هنگامی که مقدار گاز متان در هوای معدن به حدود ۶-۵ درصد برسد، مخلوط بسیار انفجارآمیزی به وجود خواهد آمد طبق مقررات ایمنی، معادن غلظت گاز متان در آتمسفر گالری‌ها و کارگاه‌های زیرزمینی، از حدود معینی نباید تجاوز کند.

هرگاه درصد گاز از حدود مقرر بالاتر رود، لازم است، اقدامات احتیاطی سریعی برای قطع برق محل، خارج کردن کارگران از منطقه خطر و سد کردن راه‌های ورودی انجام شود.

در این صورت، به محض آن که، غلظت گاز متان از یک درصد تجاوز کند، جریان برق را قطع کرده و با رسیدن غلظت به ۲ درصد، دستور تعطیلی کار و خروج از کارگاه را صادر می‌کنند.

مقدار مجاز گاز متان در هوایی که به سینه کارهای استخراجی می‌رسد ۰/۵ درصد و در جریان عمومی خروجی از تونل ۰/۷۵ درصد است.

برای مراقبت و نظارت بر کیفیت مطلوب و توزیع منظم هوا در گالری‌ها و کارگاه‌های معدن، نمونه‌برداری از هوا ضروری است؛

این عمل در تونل‌های معدانی که از

هرتن زغال‌سنگ استخراجی آن‌ها در شبانه‌روز بیش از ۱۵ متر مکعب متان متصاعد می‌شود، حداقل سه بار در ماه در تونل‌های معدانی که نسبت فوق بین ۱۵-۱۰ متر مکعب است، حداقل دو بار در ماه و در تونل‌هایی که از هر تن زغال‌سنگ استخراجی در ۲۴ ساعت تا ۱۰ متر مکعب گاز متان نیستند، حداقل یک بار در ماه به مورد اجرا گذاشته می‌شود.

اشتعال و انفجار گرد ذغال

در صورتی که غلظت گرد ذغال تولید شده در هوا حداقل ۹۶-۱۶ گرم بر متر مکعب و حداکثر ۲۰۰۰ گرم بر متر مکعب باشد بر اثر جرقه، شعله و یا یک منبع حرارتی منفجر می‌شود.شدیدترین انفجار آن در غلظتهای ۴۰۰-۳۰۰ گرم صورت می‌گیرد .

بر اساس تجربیات حاصله ، عامل اصلی انفجار گرد ذغال در ۹۶ درصد از موارد انفجار، گاز متان بوده است .

مکانیزم انفجار بدین ترتیب است که وجود گاز متان باعث کاهش درجه اشتغال زغال شده و در نتیجه یک جرقه کوچک ذرات معلق در هوا که سطح تماس زیادی با هوا را دارا می‌باشند سوخته و در نتیجه گازهای فرار آن خارج شده و موجبات انفجار فراهم می‌گردد.

عوارض ناشی از انفجار گرد زغال

۱- فشار: فشار حاصل از انفجار گرد ذغال که به مراتب بیش از ۹ آتمسفر است «نه آتمسفر فشار حاصل از انفجار گاز متان است» به صورت موج ضربه‌ای به تمام قسمت‌های معدن سرایت کرده و تمام وسایل نگهداری را واژگون و باعث خسارات جانی و مالی زیادی می‌گردد.

۲- انتشار شعله و حرارت: سرعت انتشار شعله در ابتدا کم ، ولی بتدریج بر اثر افزایش گازهای فرار زیاد شده به‌طوریکه در فاصله ۳۰۰ متری به ۱۰۰۰ متر بر ثانیه نیز می‌رسد و حرارت حاصل از آن باعث آتش‌سوزی در معدن می‌گردد.

۳- ایجاد گازهای سمی و خفه کننده: در اثر انفجار مقدار زیادی گازهای CO۲، CO، و SO۲ تولید می‌گردد که خود گاز CO نیز چون در غلظت‌های ۷۵-۱۳ درصد بر اثر حرارت و یا شعله منفجر می‌شود باعث گسترش آتش‌سوزی و یا انفجارهای دیگر می‌گردد چون خسارات جانی و مالی ناشی از انفجار گرد ذغال بسیار زیاد و بیش از حد تصور است به همین جهت بایستی همیشه اقدامات لازم جهت جلوگیری از این خطر در معدن به عمل آید.

چکیده:

هوشمندسازی معادن پروژه ای است که طی آن متخصصان معدن بنابر نیازهای معادن، ابزار و امکاناتی را تعبیه، طراحی و اجرا می‌کنند که این امکانات موجب کاهش مشکلات و هزینه ها، افزایش بهره وری، امنیت و سرعت در کار می‌شود.

در این میان، هوشمندسازی معادن هنوز به صورت کاملا فراگیر در سرتاسر دنیا به اجرا در نیامده است. با پیشرفت علم و تکنولوژی و به لطف مهندسان معدن و افراد تحصیلکرده در این زمینه کم کم فضای کاری معدنکاران در حال تغییر است که با رواج فضای دیجیتال و هوشمندسازی در همه زمینه ها معدن کاری نیز به سمت هوشمند و دیجیتال شدن می رود.کلیدواژه: هوشمند سازی، ایمنی، معادن، دیجیتال.

مقدمه:

هوشمندسازی معادن یک شبه اتفاق نمی افتد، نقش نیروی انسانی برای به کارگیری جدیدترین فناوری ها در هوشمند کردن معادن بسیار حائز اهمیت است. برای هوشمندسازی باید در ابتدا فرهنگ سازی انجام گیرد. هماهنگ کردن فناوری های هوشمند با افراد و دانش آنها اولین گام در هوشمند کردن معادن است. آموزش پرسنل برای استفاده مناسب از فناوری قدم بعدی است و مرحله سوم استفاده از داده ها و اطلاعات معتبر برای بهره برداری بهتر است.بحران شیوع کرونا فعالیت بسیاری از معادن جهان را متوقف کرده و همین موضوع باعث سرعت بخشیدن در روند هوشمندسازی معادن شده است؛ ولی موانع جدی پیش روی فعال سازی معادن هوشمند قرار دارد که از جمله مهم ترین آن فقدان نیروی کار ماهر و متخصص است. تعداد افراد متخصص و توانا که در توسعه مسیر معدن کاری هوشمند نقش داشته باشند، بسیار اندک است. همچنین دسترسی به زیرساخت های ضعیف استفاده از معدن کاری هوشمند در برخی کشورها مهم ترین عاملی است که رشد بازار را محدود و اجرایی کردن اهداف که همان توسعه معادن است را ممکن نساخته است. اجرای قوانین سختگیرانه حفاظت از محیط زیست برای کنترل انتشار آلودگی هوا، پایان یافتن بسیاری از ذخایر معدنی در جهان، اندک بودن کانسراهای بزرگ در دنیا، نیاز صنایع به مواد معدنی و لزوم دستیابی به ذخایر جدید، همه و همه الزام به معدن کاری نوین و حرکت سریع به سمت هوشمندسازی معادن را ضروری و فعالان

هوشمندسازی ایمنی در معادن



علی سلماننی
سرپرست HSEC
مجمع مس چاه موسی

حوزه معادن و صاحبان معادن بین المللی را مجبور به استفاده از فناوری های نوین کرده است.

مزایای هوشمندسازی در معادن باعث شده است که بسیاری از شرکت های فعال در دنیای دیجیتال، الکترونیک و ارتباطات وارد دنیای معدن کاری هوشمند شوند و کارهای بزرگی انجام دهند. استرالیا، آمریکا و کانادا در زمینه معدن کاری هوشمند پیشرو هستند.

مزایای معدنکاری هوشمند:

هوشمندسازی معادن و اجرای فناوری‌های جدید آن در محیط‌های معدنی مزایای بسیار برای اپراتورها خواهد داشت.

- کاهش هزینه‌های عملیاتی
- سهولت انجام عملیات استخراج
- ایمنی و امنیت ۹۵ درصدی نیروی کار
- رصد کلیه اطلاعات عملیاتی
- اطمینان از کارایی طولانی مدت ابزارهای عملیاتی
- افزایش امنیت داده‌ها و اطلاعات

راهکارهای مهم حوزه معدنکاری هوشمند:

- پایش لحظه ای شرایط محیطی تونل های زیر زمینی
- تهویه هوا هوشمند، مدیریت مصرف انرژی (برق، دیزل)
- پایش موقعیت لحظه‌ای کارگران
- پایش وضعیت تجهیزات و ماشین آلات (بیل های مکانیکی و ...)
- پایش وضعیت سد باطله
- پایش وضعیت و موقعیت وسایل حمل و نقل
- مدیریت ناوگان حمل و نقل مواد

ایمنی با معدنکاری هوشمند:

ایمنی نیروی کار یکی از دغدغه‌های اصلی اپراتورهای معادن است، معادن معمولا مکان‌های بسیار خطرناکی برای نیروی کار هستند.

به عنوان مثال هنگام شکستن سدهای باطله، هم کارگران و هم کسانی که در اطراف معادن زندگی می‌کنند می‌توانند آسیب ببینند یا حتی جان خود را از دست بدهند. کارگران معدنی که قرائت فیزیکی عملیات را انجام می‌دهند نیز در معرض آسیب قرار دارند. حال آن‌که به لطف معدنکاری هوشمند، نیاز حضور نیروی کار در محل از بین رفته و ایمنی

نیروی کار و کارگران معادن به شدت افزایش پیدا کرده است.

خودکار کردن اکثر تجهیزات مانند کامیون‌ها و امکان انتقال اطلاعات بی‌سیم، نیاز حضور نیروی کار در محل را به صفر رسانده است.

مضاف بر این تجزیه و تحلیل Oi به پیش‌بینی حوادث کمک کرده و از وقوع آنها جلوگیری می‌کند. ردیابی نیروی کار نیز که از طریق سنسورهای دیجیتال انجام می‌گیرد به اپراتورها کمک می‌کند که فرایند استخراج را با هماهنگی بیشتری انجام دهند. به عنوان مثال در صورت وقوع حادثه به راحتی می‌توان به کارگران هشدار داد تا به مناطق خاصی از سایت نروند. بنابراین هوشمندسازی معادن به طرز شگفت‌انگیزی از میزان حوادث معدن و خطرات جانی می‌کاهد.

نتیجه گیری:

در صنعت معدن کاری، هوشمندسازی نه تنها بهره وری بلکه ایمنی و امنیت کار را ارتقا می بخشد. از جمله تأثیرات هوشمندسازی معادن در اجرای فناوری های جدید، کاهش هزینه های عملیاتی، سهولت انجام عملیات استخراج، ایمنی امنیت نیروی کار، رصد کلیه اطلاعات عملیاتی، افزایش اهمیت داده ها و اطلاعات، افزایش دقت و حساسیت فرآیند، افزایش بهره وری، کاهش مخاطرات و اثرات مخرب زیست محیطی است.

منابع:

- کارآموزیان، محمد. ۱۳۸۲. مدیریت تهویه معدن با کمک سیستمهای هوشمند، پنجمین همایش ایمنی، بهداشت و محیط زیست در معادن و صنایع معدنی.
- رستگار، علیرضا. ۱۴۰۰. بهینه سازی عملکرد معادن، ترند برتر سال ۲۰۲۲.
- هوشمندسازی معادن چه دستاوردهایی برای دولت و بهره برداران دارد؟ ۱۴۰۰. دوازدهمین جلسه کمیسیون «صنعت و معدن» اتاق تهران.
- معدن هوشمند (Smart Mining)، ۱۴۰۰.
- سامانه های راهبردی فناوری‌ها شریف.
- رستگار، علیرضا. ۱۴۰۰. بهینه سازی عملکرد معادن، ترند برتر سال ۲۰۲۲.



عناصر نادر خاکی و کاربرد آن

واحد اکتشاف تهران- عناصر گروه لانتانیدها (نادر خاکی) به دلیل ماهیت ژئوشیمیایی ویژه برای استحصال به فناوری پیشرفته نیاز دارند که موجب شده تولید آن سخت‌تر از سایر مواد معدنی صورت گیرد. اگرچه فناوری فراوری این مواد محدود به چند کشور صنعتی و مهم است اما با سرمایه‌گذاری در فراوری عناصر خاکی می‌توان بخشی از فرآیند تبدیل شدن آن‌ها به محصول نهایی و یا تبدیل شدن به ترکیبات آریو اکساید را در داخل کشور انجام داد.

فراوری عناصر نادر خاکی در ایران با محدودیت روبرو است چراکه این عناصر به لحاظ ساختار شیمیایی بسیار به هم شبیه هستند که جداسازی آن‌ها به تکنولوژی بالایی نیاز دارد این در حالی‌ست که در شرایط کنونی ایران قادر به تکمیل این فرآیند نیست اما می‌تواند بخشی از چرخه را انجام داده و به‌صورت کالایی واسطه‌ای به بازار عرضه کند.

عناصر گروه لانتانیدها (نادر خاکی) به گروه عناصر نادر خاکی سبک، عناصر نادر خاکی متوسط یا میانی و گروه عناصر نادر خاکی سنگین تقسیم‌بندی می‌شوند:

عناصر نادر خاکی سبک LREEs شامل عناصر Ce, Pr, La

عناصر نادر خاکی متوسط MREEs و شامل Tb, Gd, Eu, Sm, Pm, Nd, Dy

عناصر نادر خاکی سنگین HREEs شامل Lu, Yb, Tm, Er, Ho, Y

عناصر نادر خاکی به اندازه‌ای که نامشان تداعی می‌کند نادر نیستند. تولید و لوتیتیم کم فراوانترین عناصر نادر خاکی هستند اما میانگین فراوانی هر یک از آن‌ها در پوسته زمین تقریباً ۲۰۰ بار بیشتر از فراوانی طلا می‌باشد.

با این همه استخراج این فلزات بسیار دشوار می‌باشد به این خاطر که آنها را نمی‌توان در تمرکزهایی مقرون به صرفه برای استخراج

یافت.

فروان‌ترین عناصر نادر خاکی سریوم، ایتریوم، لانتانیوم و نئودیمیم هستند. میانگین فراوانی پوسته آن‌ها مشابه فلزاتی مانند کرومیوم، نیکل، روی، مولیبدن، قلع، تنگستن و سرب است که معمولاً در صنایع بکار می‌روند. مجدداً ذکر می‌گردد که آن‌ها به ندرت در تمرکزی با قابلیت استخراج یافت می‌گردند.

فلزات نادر خاکی و آلیاژهایی که حاوی آن‌ها هستند در شمار زیادی از وسایل با کارکرد روزانه مانند حافظه کامپیوتر، دی‌وی‌دی ها، باتری‌های قابل شارژ، گوشی‌های تلفن همراه، آهترها، لامپ‌های مهتابی و موارد بسیار دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرند. بیست سال پیش تعداد بسیار کمی تلفن همراه وجود داشت اما امروزه تعداد آن‌ها به رقمی بیش از ۵ میلیارد عدد رسیده است. تقاضا برای باتری‌ها بواسطه افزایش درخواست برای وسایل قابل حمل الکترونیکی مانند تلفن‌های همراه، دستگاه‌های کتابخوان (readers) کامپیوترها و دوربین‌ها در حال فزونی یافتن است. ترکیبات عناصر نادر خاکی در باتریهایی که به خودروهای برقی (electric vehicles) و برقی دوگانه (hybrid-electric vehicles) نیرو می‌بخشند، وجود دارند.

عناصر نادر خاکی به عنوان کاتالیست، ترکیبات ساینده و موادفسفر (phosphors)

بکار می‌روند.

این ترکیبات برای کنترل آلودگی هوا، صفحات منور (illuminated screens) در وسایل الکترونیکی و شیشه‌های با خصوصیات نوری مخصوص (optical-quality glass) که برای بکارگیری در وسایل نوری مانند تلسکوپ‌ها، میکروسکوپ‌ها، عینک‌ها و غیره طراحی و ساخته می‌شوند بکار می‌روند.

اکسیدهای عناصر نادر خاکی که به عنوان ردیاب برای تعیین اینکه کدام قسمت‌ها از حوزه آبخیز (watershed) درحال فرسایش است، نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اغلب اسکاندیم مصرف شده در ساخت نیمه هادی‌ها، نورپردازی‌های ویژه (specialty lighting) و آلیاژ آن با آلومینیوم جهت ساخت چوب بیس بال و دیگر تجهیزات ورزشی بکار می‌رود.

عناصر نادر خاکی نقشی حیاتی در صنایع دفاعی بازی می‌کنند.

در جنگ خلیج فارس، عینک‌های دید در شب، سلاح‌های هدایت شونده و دیگر تکنولوژی‌های دفاعی به ارتش ایالات متحده یک برتری شگرف نظامی بخشید. فلزات نادر خاکی، کلیدی است در ساخت آلیاژهای بسیار سخت بکاررفته در خودروهای زره پوش و پرتابه‌ها که در اثر تصادم به هزارن قطعه نوک تیز متلاشی می‌شوند.

کاربردهای عناصر نادر خاکی در صنایع دفاعی	
عینک های دید در شب	لانتانیوم
مسافت یاب های لیزری، سیستم های ناوبری و ارتباطی	نئودیمیم
فلوئوسان ها و فسفرها در لامپ ها و نمایشگرها	یورومیم
تقویت کننده های فیبرهای نوری انتقال دهنده داده ها	اریم
آهترهای دائمی که در دماهای بسیار بالا پایدارند	ساماریم
سلاح های هدایت شونده	ساماریم
تولید "پارازیت سفید" (white noise) در تکنولوژی هواپیماهای نامرئی (stealth)	ساماریم

جایگاه مهندسی نت در صنعت معدنکاری جهان

تعمیرات موثر و کارآمد می‌باشد. کلیدواژه: نگهداری و تعمیرات، معدن، بهره‌برداری، مدیریت

مقدمه

در صنعت معدنکاری نگهداری و تعمیرات (نت) سهم قابل توجهی از کل هزینه‌های عملیاتی را به خود اختصاص می‌دهد.

مؤقتیت در اجرای یک تکنولوژی نت پیشرفته، نیازمند پایه نظری قوی و آگاهی کافی نسبت به سخت‌افزار و نرم‌افزارهای مرتبط می‌باشد. نت یکی از هزینه‌های بزرگ مقیاس اما قابل کنترل صنعت معدنکاری بوده و تقریباً ۳۰ تا ۵۰ درصد هزینه‌های مستقیم معدن را شامل می‌شود.

علاوه بر این، تجربه نشان داده است که دامنه تغییرات هزینه‌های نت تجهیزات معدنی بیشتر از ۲۰ تا ۳۵ درصد کل هزینه‌های

کنترل این هزینه‌ها، فعالیت‌های خود را بر زمینه‌هایی مانند: بهینه‌سازی برنامه نت، تعویق در نت غیرضروری، ارتقاء کیفیت پرسنل نت، مدیریت و کنترل قطعات یدکی و استفاده از انواع نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای موجود متمرکز نمایند.

این در حالیکه همه ساله میلیون‌ها دلار در سراسر دنیا صرف مهندسی نت شده و امروزه در صنایع تولیدی غول دنیا همچون صنعت مس و فلزات، صنعت سیمان، خودروسازی و سازمان‌های خدماتی همچون شرکت‌های معدنکاری داخلی و یا خارجی نت به عنوان عنصر انکارناپذیر مطرح می‌باشد.

استراتژی نگهداری و تعمیرات

استراتژی نت مجموعه‌ای به هم پیوسته و



هماهنگ و دارای نظم در تولید می‌باشد. که این استراتژی‌ها در مورد تصمیم‌گیری اهداف یک سازمان می‌باشد و همچنین در مورد اجرا و عدم اجرا طرح‌های کسب و کار یک مجموعه نظر می‌دهد.

استراتژی نت را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود: ۱- استراتژی واکنشی، ۲- استراتژی بازدارنده، ۳- استراتژی تهاجمی.

استراتژی واکنشی به خرابی‌های پیش آمده اشاره دارد در حالی که استراتژی بازدارنده به عملیات پیشگیرانه و پیشگویی اشاره می‌کند به گونه‌ای که قبل از پیش آمدن خرابی آن‌ها را پیش‌بینی و رفع می‌کند تا از خرابی ناگهانی

عملیاتی معدن بوده و به طور پیوسته افزایش می‌یابد. علیرغم تلاش‌های گسترده در تحلیل و بهینه‌سازی فرآیندهای اصلی معدنکاری، توجه اندکی به بهینه‌سازی فرآیندهای نت شده است.

این در حالی است که مدیریت بهینه فعالیت‌های نت علاوه بر کاهش چشمگیر در هزینه‌ها و بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات، موجب افزایش عمر مفید تجهیزات شده و در نتیجه نرخ بازگشت هزینه‌های سرمایه‌گذاری را بالا برده و امکان سودزایی بیشتر از سرمایه‌گذاری ثابت را فراهم می‌نماید. لذا شایسته است که شرکت‌های معدنی برای



مهدی طوسی

سرپرست واحد نت مجتمع مس چاه موسی

چکیده

در این مقاله سعی بر آن بوده تا به کاربرد و گسترش مقوله مهندسی نگهداری و تعمیرات (نت) در بحث‌های مدیریت بهره‌برداری معدن پرداخته شود، چراکه این موضوع چه به صورت مستقیم در غالب هزینه‌ها و چه

آن‌ها جلوگیری شود.

استراتژی تهاجمی به عملیات بهبود واقعی، عملکرد و طراحی تجهیزات موجود در تولید در راستای کاهش خرابی‌ها و افزایش کیفیت و اثربخشی اشاره دارد.

مدیریت در نگهداری و تعمیرات

تکنولوژی با گذر زمان توسعه‌یافته و بر فعالیت‌های نت مورد استفاده تجهیزات و ماشین‌آلات تاثیر گذاشته است که هر کدام روش خاصی از نت را می‌طلبد و هرگونه تغییر در طراحی و ساخت و سطح فناوری اقلام باعث می‌شود که ابزار و تجهیزات تعمیراتی و مواد و قطعات و نیروی انسانی و فعالیت‌های نت این اقلام تغییر نماید. نگهداری و تعمیرات با کمک مدیران دارایی می‌توانند باعث افزایش سودآوری به دو طریق شوند یکی از طریق کاهش هزینه‌های جاری و دیگری افزایش توانایی از هزینه‌های سالیانه نت از پنج درصد ارزش دارایی بیشتر شود. برای جلوگیری از ایجاد خلل در برنامه‌ریزی می‌توان از نت پیشگیرانه استفاده کرد.

لزوم برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات

برنامه‌ریزی نت در هر سازمان به منظور حفظ دارایی موجود در حد استاندارد انجام می‌گیرد. در صورتی که نگهداری موثر صورت گیرد فقط ما شاهد تعمیرات اتفاقی خواهیم بود در گذشته تعمیرات به صورت تعمیرات اضطراری یعنی تعمیرات بعد از خرابی بود ولی امروزه با پیشرفت تکنولوژی در پرسه تولید باعث حذف نیروی انسانی شده درحالی که نمی‌توان نیروی انسانی را از بخش نت حذف نمود.

در مدیریت نت بازخورد برنامه‌ریزی می‌تواند فعالیت‌ها و عملیات‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات را از حالت ایستا به پویا درآورد، یعنی هر سیستم که تعمیرات روی آن صورت می‌گیرد باعث می‌شود که ضعف‌های آن اصلاح شود می‌توان فهمید که خرابی هر دستگاه یک متغیر تصادفی می‌باشد که قبل از وقوع آن می‌توان آن را تخمین و راه حل‌هایی برای آن در نظر گرفت که هنگام وقوع خرابی آمادگی لازم را برای تعمیر آن داشته باشیم.

هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در صنعت معدنکاری

در زیر به برخی از اعداد و ارقام صرف شده برای مهندسی نت در صنعت معدنکاری اشاره شده است تا اهمیت موضوع برای کسانی که شاید موضوع نت از امور فرعی چرخه تولید می‌پندارند مشخص شود.

- صنایع ایالات متح

ده سالیانه مبلغی بیش از ۳۰۰ میلیارد دلار صرف نت کارخانه‌ها و بهره‌برداری از آنها می‌کنند.

- طی سال‌های گذشته تعداد افراد شاغل در گروه نت واحدهای صنعتی بین ۵ تا ۱۰

درصد کل نیروهای عملیاتی بوده است.

- در سال ۱۹۷۰ وزارت کار و فناوری بریتانیا هزینه‌های نت سالیانه انگلیس را مبلغی در حدود ۳۰۰۰ میلیون پوند اعلام کرده است.

- بیش از ۲۵ درصد حوادث معادن زیرزمینی زغال در طول فعالیت نت اتفاق می‌افتد. براساس اطلاعات حوادث کارکنان پیمانکاران مستقل در صنعت معدنکاری طی سال‌های ۱۹۸۳ الی ۱۹۹۰ حدود ۲۰ درصد جراحات در معادن زغال طی انجام فعالیت نت ماشین‌آلات و یا به هنگام استفاده از ابزار دستی اتفاق افتاده است.

- جمع کل هزینه‌های سالیانه مربوط به مهندسی نت در صنعت معدنکاری زیرزمینی زغال در استرالیا حدود ۴۵۰ میلیون دلار بوده است.

- حدود ۱ درصد هزینه‌های نت تجهیزات معدنکاری زیرزمینی زغال به روانکارها (روغن موتور، گریس، روغن هیدرولیک و ...) اختصاص دارد.

- در معادن روباز شیلی و اندونزی، هزینه نت بیش از ۶۰ درصد هزینه‌های عملیاتی می‌باشد.

- یک شرکت چند ملیتی فنلاندی هزینه‌های مستقیم نت در معادن را حدود ۳۳ درصد کل هزینه‌های تولید گزارش کرده است.

- حدود ۱۰ درصد زمان‌های تولیدی در صنعت معدنکاری زیرزمینی زغال استرالیا به وسیله نت برنامه‌ریزی نشده تلف شده است.

نتیجه‌گیری

هدف این مقاله گشودن افق نو پیشروی فعالان صنعت معدنکاری در رابطه مهندسی نگهداری و تعمیرات می‌باشد.

چراکه این بخش از مهندسی معدن در مقایسه با سایر جنبه‌های مدیریت همچون بهینه‌سازی عیار، برنامه‌ریزی تولید، ارتقا بخش‌های مختلف روش‌های استخراجی، ایمنی و بهداشت ... کمتر مورد توجه بوده است. حال آنکه این شاخه از مدیریت مستقیماً موثر در هزینه‌های عملیاتی بوده و سهم قابل توجهی از آن را به خود اختصاص داده است.

از سوی دیگر جدای از بحث هزینه‌های عملیاتی مستقیم، عدم توجه به مقوله نگهداری و تعمیرات افت کارکرد ماشین‌آلات و در نتیجه آن از دست دادن سهم تولید را به همراه خواهد داشت.

لذا توجه به برنامه‌ریزی نت با رویکردی تحلیل قابلیت اطمینان به سبب پایه ریاضی و آماری این روش بسیار کارگر خواهد بود، چیزی که در دو دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته است هر چند این موضوع در زمینه معدنی گسترش بسیار ناچیزی داشته و جای کار گسترده‌ای برای فعالین معدنی در آن مشاهده می‌شود.

دلیل نیازمند به ورود فعالین معدنی در این زمینه را نیز می‌توان در شرایط بکر معدن،

محیط خشن، ماشین‌آلات غول‌آسا و ناملموس بودن آن برای سایر مهندسين دیگر رشته‌ها جست.

منابع

۱. آقائی، اصغر، (۱۳۸۹). نگهداری و تعمیرات نوین، تهران، معاونت آموزش ناجا.
۲. حکمت، کاظم، (۱۳۸۲). ویژگی‌ها و الزامات طراحی و اجرای سیستم‌های مکانیزه تعمیرات و نگهداری، تهران، دومین کنفرانس نگهداری و تعمیرات.

۳. سیدحسینی، سیدمحمد، (۱۳۸۴). برنامه‌ریزی سیستماتیک نظام نگهداری و تعمیرات در بخش صنایع و خدمات (و مقدمه‌ای برنت بهره‌ور فراگیر) چاپ سوم، تهران، سازمان مدیریت صنعتی.

۴. موسسه مهندسين نگهداری و تعمیرات ژاپن، (۱۳۸۶). نگهداری و تعمیرات (نت) بهره‌ور فراگیر، ترجمه حاج شیرمحمدی، چاپ چهارم، اصفهان، ارکان دانش.

5.Barabady, J. (2005). Reliability and maintainability analysis of crushing plants in Jajarm Bauxite Mine of Iran. Reliability and Maintainability Symposium, 2005. Proceedings. Annual, IEEE: pp. 115-109.
6.Barabady, J. (2007). Production Assurance(Concept, Implementation and Improvement). Lulea University of Technology, Lulea, Sweden.

7.Barabady, J., Kumar, U. (2008). Reliability analysis of mining equipment: A case study of a crushing plant at Jajarm Bauxite Mine in Iran. Reliability Engineering & System Safety 653-647: 93.

8.Barabady,Javad, K., Uday. (2005). maintenance schedule by using reliability analysis: a case study at Jajram bauxite mine of Iran, 20th World Mining Congress, World Mining Congress, Tehran, Iran: pp. 838-831.
9.Cui, L. (2008). Maintenance Models and Optimization, in: Misra, K.B. (Ed.), Handbook of Performability Engineering. Springer London, pp. 805-789.

10.Dhillon, B.S. (2006). Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers. CRC Press.

11.Dhillon, B.S. (2008). Mining Equipment Reliability, Maintainability, and Safety, Springer Series in Reliability Engineering.

12.You, M.-Y., Li, H., Meng, G. (2011). Control-limit preventive maintenance policies for components subject to imperfect preventive maintenance and variable operational conditions. Reliability Engineering & System Safety 598-590: 96.



علی قیصری
کارشناس نقشه‌برداری
مجمع زغالسنگ طبس

به‌طور کلی عملیات نقشه‌برداری زیرزمینی به سه مرحله عمده تقسیم می‌شود:

۱ : مرحله طراحی پروژه زیرزمینی
۲ : مرحله اجرا و هدایت حفاری و پیاده‌سازی سازه‌ها

۳ : مرحله اندازه‌گیری و تهیه نقشه نقشه‌برداری در معادن زیرزمینی به مراتب دشوارتر از نقشه‌برداری در محیط‌های روباز می‌باشد. در نقشه‌برداری زیرزمینی با محدودیت‌هایی از قبیل تاریکی، محدودیت فضا، وجود گازها، وجود آب و کار نکردن دستگاه‌های مخابراتی مواجه هستیم که کار را بسیار سخت می‌نماید. در نقشه‌برداری زیرزمینی جهت برداشت و پیاده‌سازی کلیه عملیات‌ها از پنج مارک که قبلاً آن‌ها را مختصات داده‌ایم استفاده می‌شود. پنج مارک‌ها می‌تواند در سقف، کف و دیواره باشد و با توجه به عبور و مرور فراوان در تونل‌های زیرزمینی باید با شرایط ویژه‌ای انجام شود.

برخی از وظایف یک نقشه‌بردار در معدن زیرزمینی شامل موارد زیر می‌باشد:

۱ : برداشت توپوگرافی منطقه
۲ : پیاده‌سازی و برداشت کلیه ابنیه‌ها و تجهیزات سطح و زیرزمین
۳ : هدایت عملیات پیشروی کلیه جبهه کارها
۴ : محاسبه میزان استخراجی ماده معدنی و باطله

۵ : تهیه نقشه ازبیلت بر اساس برداشت‌های صورت گرفته

۶ : سرعت و دقت بالای مورد نیاز در کار وسایل و تجهیزات نقشه‌برداری زیرزمینی باید دارای ویژگی‌های خاصی از قبیل سبک بودن، امکان سانتراژ از سقف، ضدآب و ضدگاز باشد تا خطرات و سختی کار را به حداقل برساند.

شاقول

یکی از ابزارهایی که در زیر زمین به نقشه برداران کمک زیادی خواهد کرد شاقول می‌باشد که به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند و باید دارای استاندارد‌های لازم باشند. یکی از شاقول‌های مورد استفاده در نقشه‌برداری زیرزمینی شاقول ساده است که متداول‌ترین نوع آن می‌باشد. از دیگر انواع شاقول‌ها می‌توان به شاقول‌های زنجیره‌ای، چاهی و اپتیکی و لیزری نیز اشاره کرد.

عملیات نقشه‌برداری در معادن زیرزمینی

دوربین‌های ترازیب در زیر زمین

وسیله‌ی دیگری که در زیرزمین برای نقشه‌برداری‌ها استفاده می‌شود دوربین‌های ترازیب در زیر زمین است. این دوربین‌ها طوری ساخته شده‌اند که در برابر سردی و گرمای هوا و نیز گردوخاک موجود در زیر زمین که ناشی از عملیات حفاری است مقاومت بالایی دارند. همچنین این دوربین‌ها قادر هستند تا فواصل کوتاه را نیز نقشه‌برداری نمایند.

شاخص نقشه‌برداری

برای حفاری‌های داخل تونل‌های زیرزمینی از شاخص‌های کوتاه در حد یک و نیم تا سه متر که به‌صورت کشویی ابعاد ارتفاعی آن تغییر می‌کند استفاده می‌شود. این شاخص‌ها دارای سطح صاف و روشن هستند تا در تاریکی داخل زمین بتوان از آن استفاده کرد. درجه‌بندی در روی آن طوری باشد که بتوان شاخص را قرائت کرده و مشکلی در خوانش آن در زیر زمین پیش نیاید.

نقشه‌برداری معادن

به منظور کنترل و هدایت معادن جهت کمک به اکتشاف، آماده‌سازی، بهره‌برداری معادن و نیز استخراج آن‌ها از نقشه‌برداری معادن بهره می‌برند. در نقشه‌برداری زیرزمینی معادن به علت انجام عملیات حفاری سرعت نقشه‌برداری نسبت به نقشه‌برداری سطحی کمتر است.

خطرات و شرایط موجود در هنگام

نقشه‌برداری زیرزمینی:

در برخی مواقع در نقشه‌برداری‌های زیرزمینی به دلیل وجود موارد خطرناک مثل احتمال اشتعال مواد گازی در منطقه با محدودیت‌هایی مثل کم بودن روشنایی و اجبار به عدم استفاده از نورهای اشتعال‌زا همراه است و این مورد می‌تواند کار نقشه‌برداری را سخت‌تر از مناطق معمول نماید.

در این نوع از نقشه‌برداری به ویژه نقشه‌برداری در مترو به دلیل کم شدن فضای کاری، موارد کنترلی نقشه‌برداری دچار کاهش درجه آزادی عمل می‌شوند و وسایل و تجهیزات نقشه برداری زیرزمینی نمی‌توانند با شرایط مانند فضای باز کار کنند و در نتیجه نیاز به مهارت‌های نقشه‌بردار به شدت افزایش می‌یابد.

از خطراتی که می‌تواند نقشه‌برداری را در زیرزمین دچار مشکل نماید و تهدید جدی محسوب گردد، می‌توان به احتمال تخریب و ریزش تونل‌های حفر شده، امکان فرو رفتن در زمین‌های سست و نشست کرده و ورود آب‌های سطحی به داخل حفاری‌ها اشاره کرد. وجود میدان‌های مغناطیسی که در زیرزمین موجود است می‌تواند استفاده از قطب‌نما را در این شرایط محدود کند.

همچنین بادهایی که در تونل‌ها بر اثر جریان‌های هوایی ایجاد می‌شود می‌تواند تعادل

شاقول‌های متصل در داخل تونل‌ها را بهم بزند. از دیگر مواردی که در زیرزمین و در حین نقشه‌برداری زیرزمینی ممکن است رخ دهد، تکانه‌ها و لرزش‌هایی است که ناشی از حفاری‌های دیگر در منطقه بوده و سبب می‌شود تنظیم بودن ترازهای دستگاه‌ها دچار مشکل شود و یک مورد دیگر که بسیار ویژه نیز می‌باشد اختلال در دستگاه‌های ارتباطی مثل بی‌سیم و سایر دستگاه‌ها نظیر جی پی‌اس و غیره در زیرزمین و منطقه عملیاتی می‌باشد که عدم کارکرد صحیح جی پی‌اس و سایر دستگاه‌های ارتباطی از دیگر موارد سختی کار در این نوع نقشه‌برداری است.

روش‌های نقشه‌برداری

زیر زمینی و مراحل آن

۱. در نود درصد از پروژه‌های نقشه‌برداری از روش‌های نقشه‌برداری زمینی یا به اصطلاح مهندسی از ژئودزی استفاده می‌شود که نقشه‌برداری زیرزمینی نیز از این نوع روش‌ها



بهره زیادی می‌برد.

۲. روش‌های دیگر موجود در نقشه‌برداری‌ها روش موسوم به فتوگرامتری بوده که یک روش برای فاصله‌های کوتاه برد اما دقیق می‌باشد که برای مقاطعی که در حفر تونل‌ها و نیز مقاطع عمقی کوتاه داخل زمین ایجاد می‌شود از این روش استفاده می‌کنند.

۳. یک روش هم به نام روش هیدروگرافی وجود دارد که در معادن و حفاری‌های زیر دریا که نمی‌توان با نقشه‌برداری زمینی آن‌ها را نقشه‌برداری کرد، از آن استفاده می‌کنند.

در پروژه‌های زیرزمینی ابتدا عملیات اکتشاف یا طرح اولیه انجام می‌شود که به منظور رانداندازی پروژه‌های معدنی در سطح و عمق و همچنین به منظور گمانه‌زنی تشخیصی که برای تشخیص جنس لایه‌بندی زیرین خاک انجام می‌شود.

در مرحله بعدی در نقشه‌برداری زیرزمینی، ایجاد شبکه ژئودزی در منطقه در دستور کار قرار می‌گیرد که بتواند تمام نقاط محل مورد نظر را پوشش دهد و شکل هندسی طوری باشد که شبکه ایجاد شده مقاومت لازم را داشته باشد. و همچنین برای اینکه مختصات نقطه‌گذاری‌ها با نهایت دقت انجام شود شبکه ژئودزی لازم و ضروری است.

تولید نقشه‌ها و طراحی پروژه در این مرحله می‌تواند به انجام برسد که طراحی و حفر تونل‌ها به این مرحله یعنی ایجاد شبکه ژئودزی نیازمند است و این قضیه می‌تواند کمک زیادی در طراحی‌ها نماید.

کسب تندیس زرین جایزه بین‌المللی مدیریت دانشی (KM۴D) توسط میدکو



پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانشی با رویکرد حاکمیت نوآوری (KM۴D)، به همت انجمن مدیریت ایران و با همکاری انجمن مدیریت دانش اتریش و دانشگاه خاتم برگزار شد. این کنفرانس در تاریخ ۲۰ مهرماه ۱۴۰۱ با حضور رئیس انجمن مدیریت ایران، وزیر آموزش و پرورش، رئیس انجمن مدیریت دانش اتریش و جمعی از استادان، فرهیختگان و دانش‌پژوهان این حوزه در دانشگاه خاتم و با هدف هدایت سازمان‌ها در مسیری که به طور پایدار و نظاممند از تجربیات، نوآوری‌ها و سرمایه‌های فکری خود در کلیه ارکان سازمانی به طور موثر استفاده نموده و در نهایت خلق ارزش مبتنی بر دانش را برای سازمان به ارمغان بیاورند، برگزار شد.

در پایان کنفرانس جوایز پنجمین دوره اهدا گردید و میدکو موفق به کسب تندیس زرین این جایزه بین‌المللی شد و همچنین شرکت های تابعه میدکو نیز موفق به دریافت جوایز به شرح زیر شدند:

- فولاد زرند ایرانیان تندیس سیمین؛
- فولاد سیرجان ایرانیان تندیس سیمین؛
- مهندسی معیار صنعت خاورمیانه تندیس بلورین؛
- بایک مس ایرانیان تندیس بلورین؛
- فروسیلیس غرب پارس تندیس بلورین؛
- فراوران زغال سنگ پادانا تندیس بلورین؛
- گسترش و نوسازی صنایع ایرانیان (مانا) تندیس بلورین؛
- گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه (ممرادکو) تندیس بلورین؛
- سمنگان ترابر ایرانیان گواهینامه دو ستاره؛
- کاراوران صنعت خاورمیانه گواهینامه یک ستاره؛

برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت میدکو - ۲۸ شهریور ۱۴۰۱



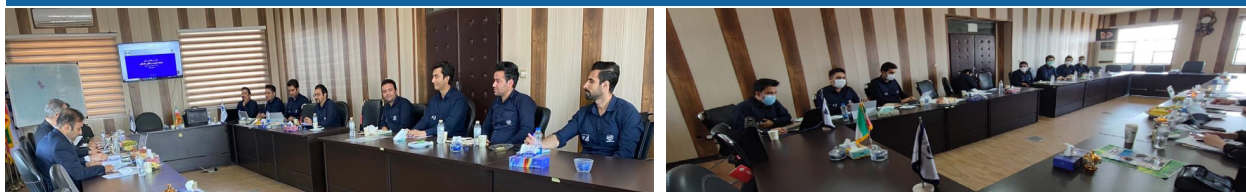
برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت فروسیلیس غرب پارس - ۲۷ شهریور ۱۴۰۱



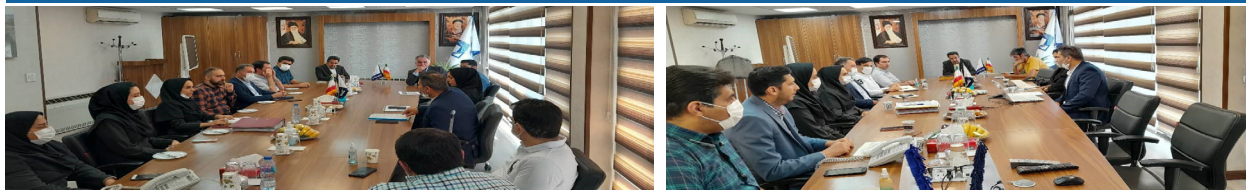
برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت کاراوران صنعت خاورمیانه - ۲۸ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت فولاد زرند ایرانیان - ۲۹ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت مانا - ۲۹ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت فراوران زغال سنگ پادانا - ۲۹ شهریور ۱۴۰۱



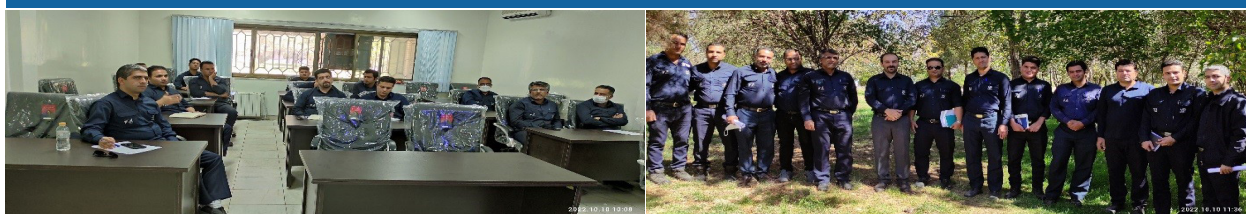
برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت بایک مس ایرانیان - ۳۰ شهریور ۱۴۰۱



برگزاری ارزیابی جایزه مدیریت دانشی KM۴D انجمن مدیریت ایران در شرکت فولاد سیرجان ایرانیان - ۱۷ مهرماه ۱۴۰۱

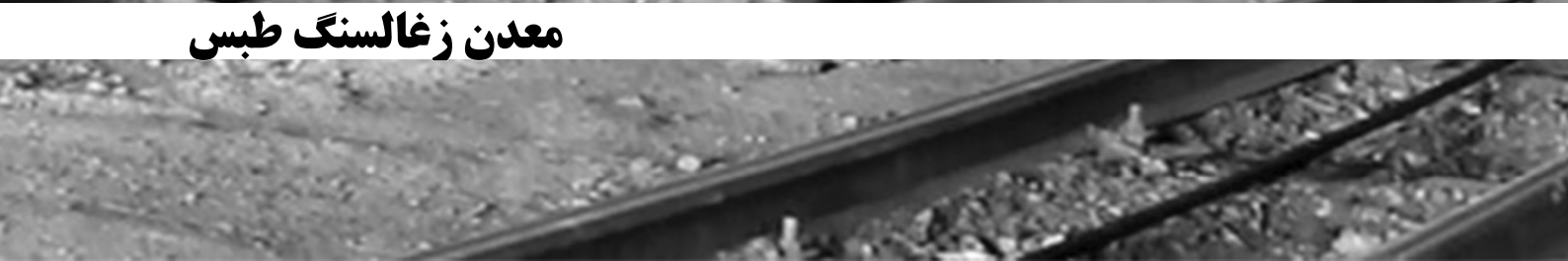


شروع طرح توسعه مفاهیم مدیریتی به صورت حضوری در شرکت فولاد زرند ایرانیان - ۱۸ مهرماه ۱۴۰۱



شروع طرح توسعه مفاهیم مدیریتی به صورت حضوری در شرکت بایک مس ایرانیان - ۲۴ مهرماه ۱۴۰۱





100

