

مدیریت توسعه ماستامه

شماره ۹۷ - شهریور ۱۴۰۳

شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه



کارخانه آهک و دولومیت کلسینه شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه (ممرادکو) در فاصله ۳۵ کیلومتری شهر کرمان در زمینی به مساحت ۱۲ هکتار با بهره گیری از سه کوره عمودی دوقلو (FS۹) با فناوری شرکت Cimprogetti ایتالیا احداث شده است که با تولید روزانه ۸۰۰ تن آهک کلسینه و ۴۰۰ تن دولومیت کلسینه بزرگترین کارخانه تولید آهک و دولومیت کلسینه ایران بوده و در رده به روزترین فن آوری های دنیا محسوب می شود و از مزایای آن مصرف بهینه انرژی و کاهش میزان CO2 محصول به زیر ۳ درصد می باشد.





امیرمؤمنان علی(ع) می‌فرماید:

«هر کس با مردم به انصاف رفتار کند خداوند بر عزتش بیافزاید».

فهرست مطالب

۴-۵	آهک هیدراته
۷-۶	مهندسی معکوس
۸	حل مشکل دستگاه الترا با تکیه بر توان داخلی شرکت ممرادکو
۹	پروژه شش سیگما (کاهش میزان ریزدانه در معدن و کارخانه)
۱۱-۱۰	مدیریت دانش در واحد اکتشاف مجتمع آهک و دولومیت کرمان
۱۳-۱۲	بازطراحی و تغییر ساختار رولیک های برگشت نوارهای نقاله
۱۵-۱۴	آیا از سبک یادگیری خود اطلاع دارید؟
۱۶-۱۹	گوگردزایی زغال سنگ های کک شو مس
۲۱-۲۰	طراحی پایه های هیدرولیکی
۲۶-۲۲	اثر عناصر موجود در خاکستر زغال سنگ معدن ممرادکو بر شاخص واکنش پذیری کک متالورژی تولیدی
۲۹-۲۷	روش های نوین جلوگیری و کاهش آلودگی زیست محیطی در معادن روباز مس
۳۲-۳۰	بهینه سازی حفاری ویژه و خرج ویژه در معادن با بکارگیری روش بالشتک هوا
۳۳	سکوت سازمانی
۳۵-۳۴	تکنیک های پیشگیری از انفجار گاز در معادن زیرزمینی زغالسنگ
۳۷-۳۶	اخبار میدکو و اخبار ممرادکو



ماهنامه توسعه مدیریت میدکو - شهریور ۱۴۰۳ - شماره ۹۷

شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه

مدیرمسئول: آقای مهندس الیاس ایران نژاد

مدیراجرایی: معصومه قطب الدینی

همکاران این شماره:

ستاد تهران - مجتمع آهک و دولومیت کرمان - مجتمع زغالسنگ طبس،

مجتمع مس چاه موسی

شماره تماس: ۰۲۱-۸۸۵۷۳۸۷۴

نشانی: تهران - شهرک غرب - تقاطع بلوار خوردین و خیابان ایران زمین شمالی -

ساختمان های دوبرال - برج آرمینه - طبقه اول - واحد ۱۰۳



<http://www.memradco.midhco.com/>



<http://instagram.com/memradco.midhco>





نگاه میدکو به مدیریت

استفاده بهره‌ور از منابع
در راستای
چشم‌انداز، مأموریت‌ها و ارزش‌ها
از طریق
فرآیند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل

 midhco.com

اهور توسعه مدیریت میدکو

شرکت مادر تخصصی (هلدینگ)
توسعه معادن و صنایع معدنی خاورمیانه
میدکو (سهامی عام)



- صنایع نفت و گاز و پتروشیمی
- به عنوان منعقد کننده در تصفیه آب و فاضلاب صنعتی و شهری
- صنعت کاغذسازی برای تولید کاغذ کرافت و به عنوان منعقد کننده
- در آماده سازی آمونیاک و به عنوان یک اصلاح کننده
- pH در صنعت رنگ و رزین به عنوان کاتالیزور و شتاب دهنده برای تولید رزین و رنگ و پوشش ضد آب
- در صنایع غذایی از این ماده برای تولید نوشیدنی های الکلی و نوشابه ها و حذف پوسته های سلولزی ذرت، مورد استفاده است.
- در خراش دی اکسید گوگرد از گازهای حاصل از دیگ های صنعتی و نیروگاه ها مورد مصرف قرار می گیرد.
- در صنعت لاستیک سازی به عنوان یک شتاب دهنده
- برای تولید شکر از نیشکر یا چغندر قند
- برای کنترل آلودگی هوا مصرف می شود.
- تولید سفید کننده ها
- به عنوان ضد خوردگی در خطوط انتقال اسید ترکیبات پایه آب
- برای پر کردن ریشه دندان در دندان پزشکی
- به عنوان جایگزین جوش شیرین در غذاهای پختنی
- در صنایع دارویی از این ماده در تقویت مکمل های کلسیم و همچنین افزودن کلسیم به نوشیدنی های میوه ای مانند: آب پرتقال و شیر خشک نوزادان و در داروهای گوارشی
- موثر در جذب آلاینده های اسیدی از دود و بخارات صنعتی
- در صنعت معدن برای شناور کردن بعضی از سنگ های معدن مانند مس، سرب و روی
- برای شستشوی طلا به روش سیانید و کاهش درجه سختی کربنات موجود در آب.

تولید شود.

در PH بالا حلالیت این ماده به شدت کاهش پیدا می کند. اگر چه هیدروکسید کلسیم در آب بسیار محلول نمی باشد، اما به صورت یک سوسپانسیون پودر رقیق شده در آب می تواند ساخته شود. این سوسپانسیون معروف به آب لیمو یا شیر آهک است. محلول اشباع کلسیم هیدروکسید در آب، با فلزاتی مانند آلومینیوم، کربنات کلسیم (CaCO_3) و دی اکسید کربن نیز واکنش می دهد. این واکنش معمولاً به عنوان کربناته نامیده می شود. محلول های آبی هیدروکسید کلسیم، آهک هیدراته نام دارند. که این بازها قدرت متوسطی دارند و با اسیدها واکنش می دهند و می توانند به برخی فلزات مانند آلومینیوم حمله کنند و از فلزاتی مانند آهن و فولاد در برابر خوردگی، محافظت می کنند. به علت ارزان قیمت بودن این ماده در فرآیندهای تولیدی بسیار مورد استفاده قرار می گیرد. آهک هیدراته به طور طبیعی نیز یافت می شود، اما به ندرت به شکل معدنی خود، یعنی پرتلندیت دیده می شود. پرتلندیت در برخی از سنگ های آتشفشانی و دگرگونی وجود دارد.

کاربرد های آهک هیدراته:

- در متالورژی و صنایع شیمیایی برای تنظیم PH
- در صنایع کشاورزی و پرورش گل ها و گیاهان
- در راه سازی به منظور ساخت و ساز جاده و ترکیبات آسفالت
- در صنعت بتن و ساختمان برای تولید ملات آهک و خاکستر) ساروج (در سازه های بسیار قدیمی بناهای تاریخی و ساخت آجر و سیمان
- برای تولید شیشه
- صنایع فولاد، ذوب آهن، صنایع فلزی و به صورت کلی در صنایع متالورژی
- صنعت چرم سازی



لیدا واعضی نژاد
مدیر پروژه pcc و کاغذ سنگی
مجمع آهک و دولومیت

محصول آهک هیدراته

آهک هیدراته نوعی کمک منعقد کننده است. سنگ آهک یکی از کاربردی ترین مواد شیمیایی مورد استفاده در گذشته بوده است. همچنین ساده ترین ترکیب شیمیایی با خاصیت قلیایی است.

آهک هیدراته را با نام های آهک آبدار، آهک ترشی، آهک زنده، آهک مرده، آهک شکفته، هیدرات کلسیم و دی هیدروکسید کلسیم یا هیدروکسید کلسیم نیز می شناسند. از نظر شکل ظاهری به صورت پودر سفید رنگ یا ذرات کریستالی شش ضلعی بی رنگ است. فرمول شیمیایی این نوع آهک Ca(OH)_2 است که نوعی کانی کربناته آبدار محسوب می شود.

این منعقد کننده به دلیل خنثی بودن در واکنش با آب، اکسید نمی شود. بنابراین برای کنترل و تنظیم pH آب بسیار کارآمد است. از نظر انحلال پذیری در آب، نسبتاً نامحلول است تا محلول قلیایی با pH حدود ۱۲.۴

برای تولید هر دو از سنگ آهک استفاده می‌شود. اما تفاوت آهک زنده و هیدراته از نظر ساختار مولکولی و واکنش‌پذیری آن‌ها است. ساختار مولکولی: آهک زنده با فرمول اکسید کلسیم که از پخت سنگ آهک تولید می‌شود دارای ساختار ناپایداری است به طوری که در اثر ترکیب آن با آب، یون هیدروکسید را جذب نموده و حین این فرآیند، حرارت زیادی آزاد می‌نماید. طی این فرآیند آهک زنده به اصطلاح شکفته شده و فرمول آن به هیدروکسید کلسیم تبدیل می‌شود. واکنش‌پذیری: به دلیل اینکه آهک فعال در صورت ترکیب با آب واکنش شدید گرمازا ایجاد نموده و شروع به تغییر ماهیت می‌دهد، آن را آهک زنده یا فعال می‌نامند. میزان حرارت تولیدی به حدی است که می‌تواند آب را به جوش آورد. اما این ماده

ریزآهک پخته استفاده شود، می‌توان از (آهک‌های ریجکتی) ریزدانه دیو شده در کارخانه استفاده کرد.

فرآیند شکفته‌سازی آهک از پخت سنگ آن با فرمول CaCO_3 در دمای بالای هزار درجه در کوره آهک‌پزی شروع می‌شود. این فرآیند در مورد آهک و دولومیت یکسان است.

معادلات واکنش تولید آهک هیدراته به شرح زیر است:

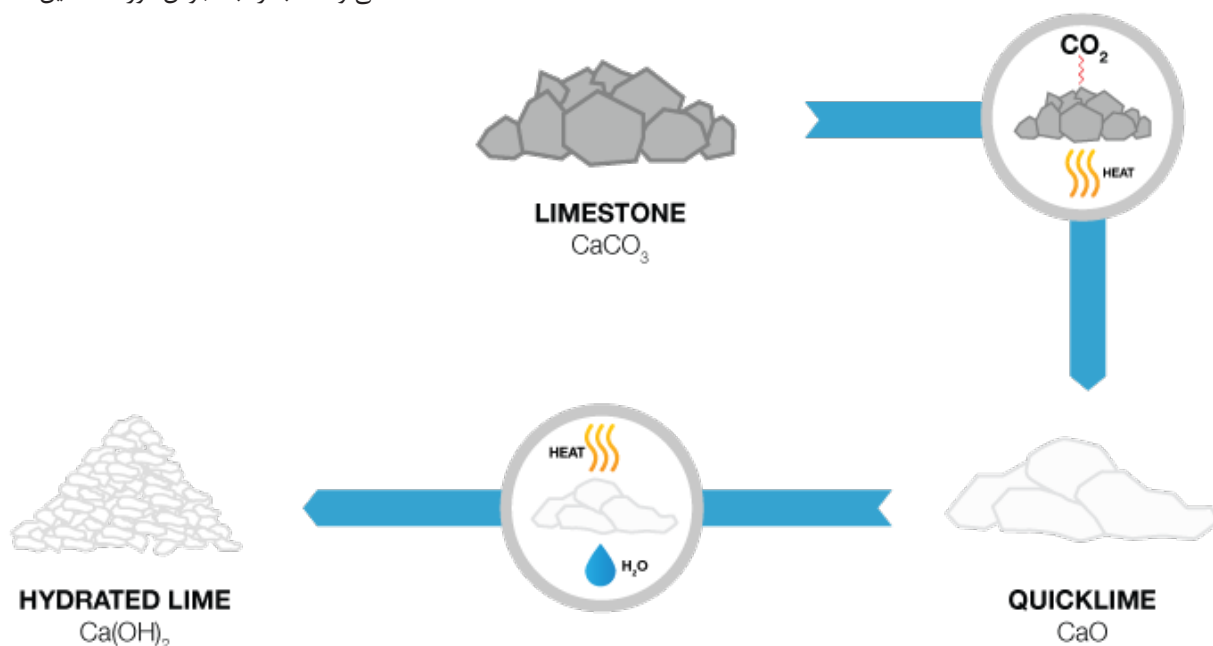
معادلات ارائه شده نشان می‌دهد آهک هیدراته هم با استفاده از سنگ آهک و هم سنگ دولومیت قابل تولید است. اما از لحاظ کیفی، هیدروکسید کلسیم تولید شده با سنگ آهک معمولی از خلوص بالاتری برخوردار می‌باشد. واکنش تولید این محصول به دلیل ناپایدار بودن آهک زنده بسیار گرمازا

آهک هیدراته جزو مواد شیمیایی می‌باشد که مصرف آن در ایران معمولاً در صنعت تصفیه آب و پساب می‌باشد.

بعد از صنعت تصفیه آب بیشترین کاربرد آهک هیدراته در ایران به ترتیب در صنایع کاغذسازی، بتن و ملات در صنایع ساخت‌وساز اعم از ساختمانی، راه‌سازی و سدسازی، کشاورزی، دام و طیور، ذوب آهن و در نهایت صنعت فرآوری مواد معدنی (تنظیم کننده PH) است.

مهمترین تولیدکنندگان آهک هیدراته در ایران به شرح زیر می‌باشند:

- آهک هیدراته آذرشهر (پارس شیمی)
- آهک هیدراته اهر (کانی مس)
- آهک هیدراته پلدختر (ایمپاسکو)
- آهک هیدراته صنعت روی (زنگان)



پس از شکفته و هیدراته شدن، در صورت ترکیب با آب فعالیتی نداشته و به همین دلیل آن را آهک مرده می‌نامند.

دلیل انجام این فرآوری:

در فرآیند پخت (کلسیناسیون) آهک در کوره‌های بلند دوقلو شرکت ممرادکو، به دلیل سقوط کلوخه‌های آهک معمولاً بین ۲۰ تا ۲۵ درصد آهک پخته ریزدانه با سایز زیر ۱۵ میلیمتر تولید می‌شود. یعنی حدود ۵۰ هزار تن در سال. این حجم از آهک ریزدانه از طرفی قابلیت استفاده در صنعت فولادسازی را ندارد و به منظور مصرف در بخش هیدراته بهینه است چراکه به منظور تولید آهک هیدراته لازم است که آهک قبل از ورود به سیستم هیدراسیون خرد شده و به ابعاد زیر ۸ میلیمتر برسد.

بدین ترتیب با توجه به زیر دانه بودن آهک ریجکتی کارخانه پخت هزینه خردایش بسیار کمتر می‌شود.



است و می‌تواند آب را به جوش بیاورد. به همین علت برخی صنایع از این روش برای تولید حرارت استفاده می‌کنند.

وجه مشترک همه کانی‌های خانواده کربنات کلسیم نظیر انواع آهک در وجود یون کلسیم در ساختار آن‌ها است. همچنین هردوی این مواد به صورت شیمیایی تولید شده و در طبیعت وجود ندارد.

مهم‌ترین مبدا واردات آهک هیدراته خوراکی: آلمان، اسپانیا و ترکیه با حداکثر میزان ۱۲،۲۲۲ دلار در سال.

شرح فرآیند تولید آهک هیدراته

واژه هیدراته به معنی آبدار است. برای تولید این محصول باید ابتدا سنگ آهک موجود در معادن را استخراج نموده و در کوره‌های آهک‌پزی تحت حرارت بسیار بالایی قرار دهیم تا گاز کربنیک موجود در آن جدا شود. ترکیب تولید شده به این روش آهک زنده یا فرمولاسیون اکسید کلسیم نامیده می‌شود. این نوع آهک بسیار ناپایدار بوده و تمایل زیادی به جذب آب و رطوبت دارد و با جذب آب به اصطلاح شکفته می‌شود. روش‌های مختلفی برای هیدراته کردن آهک وجود دارد. در شرکت ممرادکو با توجه به اینکه کارخانه آهک پخته واحد کرمان فعال است، بخش هزینه بر پروژه انجام شده و از آنجایی‌که برای تولید آهک هیدراته بهتر است از ابعاد

مهندسی معکوس



مهدی شهیدی پوراکبری

رئیس بخش نگهداری و تعمیرات کارخانه آهک و دولومیت

بخش اول - مقدمه

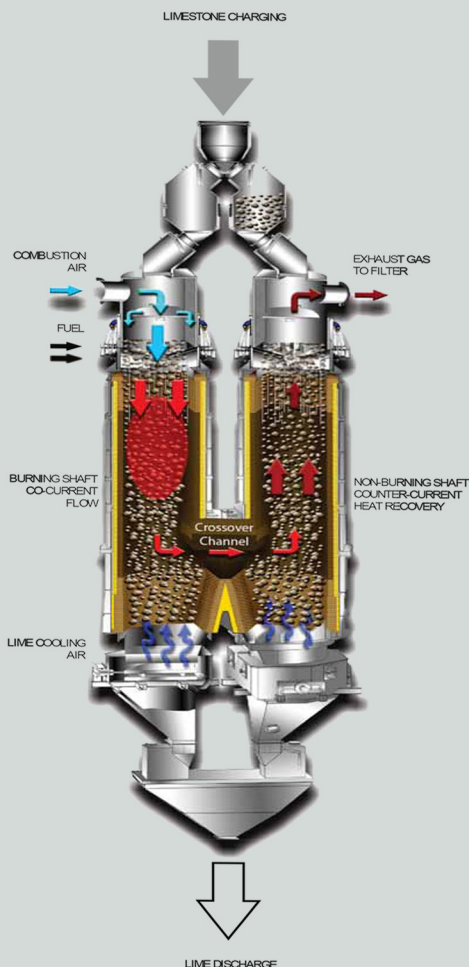
کوره‌های کارخانه آهک و دولومیت با تکنولوژی شرکت سیم‌پروجکتی از نوع REVERSY-TD-FS به صورت کوره‌های عمودی و تک کانال بوده که مقطع طراحی شده این کوره‌ها به صورت چند ضلعی متقارن می باشد.

در کوره‌های احیا کننده از آنجایی که کوره در فشار مثبت با فشار کاری کوره حدود ۲۰۰ میلی بار نسبی کار می کند، بارگذاری سنگ آهک تازه، همزمان با روشن بودن کوره انجام می پذیرد و هر سیکل در حدود ۱۵ الی ۱۷ دقیقه طول می کشد. لذا در صورت عدم وجود فشار مثبت داخل کوره عملکرد آن مختل شده و پخت آهک صورت نمی پذیرد.

تصویر روبه رو یک سیکل کوره را نشان می دهد به نحوی که هوای تازه از بالای کوره وارد شفت احتراق و همزمان گاز از طریق لنس‌ها به داخل شفت کوره وارد شده و عملیات احتراق انجام و پخت آهک صورت می پذیرد سپس هوای گرم ناشی از احتراق در داخل کانال به سمت پایین حرکت کرده و پس از عبور از کانال وارد شفت دیگر شده و با بالا رفتن داخل شفت، عملیات پیش گرم سنگ جدید وارد شده را انجام داده و سپس به سمت بگ فیلتر هدایت می شود. همچنین آهک پخته شده پس از خنک کاری در داخل کوره از پایین کوره خارج می گردد.

جهت انجام فرایند پخت سنگ آهک در این کوره، ولوها با عملکرد خود امکان روشن نمودن کوره و تولید محصول را ممکن می سازد و در صورتی هر کدام از ولوها از حرکت بایستد کوره به ناچار خاموش می گردد.

خاموشی کوره‌ها به نحوی است که امکان آن حداکثر ۲۴ ساعت بوده و در صورت افزایش خاموشی باعث کاهش کیفیت محصول و در نهایت ضرر و زیان بالایی به آجرهای نسوز کوره‌ها می شود.



Reverse Engineering

بخش دوم-معرفی ولوهای کوره

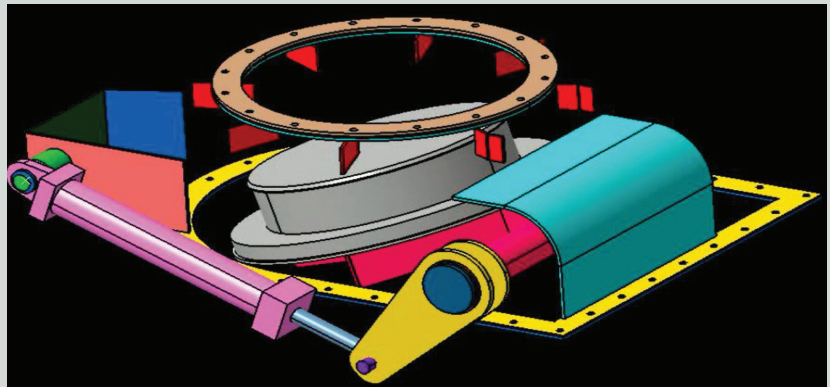
ریال که در دو بخش مهندسی معکوس و تهیه نقشه‌های ولوها حدود ۲۵ میلیارد ریال و در بخش ساخت و تحویل ولوها حدود ۹۵ میلیارد ریال قیمت‌گذاری شد.

در راستای کاهش هزینه‌های شرکت و افزایش بهره‌وری و استفاده از نیروهای مجرب واحد نگهداری و تعمیرات، با استفاده از یک شرکت دانش‌بنیان تحت پوشش دانشگاه باهنر کرمان قراردادی با مبلغ ۶,۵ میلیارد ریال با این شرکت جهت تهیه نقشه‌های مهندسی و چون ساخت کلیه ولوهای کارخانه آهک منعقد کرده از مجموعه ولوها پس از باز شدن و انجام عملیات نقشه‌برداری مجدداً در محل خود نصب گردیده است و در حال حاضر اقدامات لازم جهت ساخت یک عدد ولو به صورت بومی در حال انجام می‌باشد.



لیست ولوهای کوره های آهک			
ردیف	نوع ولو	هر کوره	سه کوره
۱	بای پاس ولو	۱	۳
۲	اس آر تی ولو	۱	۳
۳	دایورتر ولو	۱	۳
۴	لودینگ ولو	۲	۶
۵	یو ال دی ولو	۴	۱۲
۶	ایرگس ولو	۲	۶
۷	دیس شارژ ولو	۲	۶
۸	ریلایف ولو احتراق	۱	۳
۹	ریلایف ولو خنک کاری	۱	۳
جمع کل		۱۵	۴۵

هر کوره دارای پانزده عدد ولو می‌باشد که به صورت ۹ تیپ متفاوت است. همانگونه که مشاهده می‌فرمایید ولوها عموماً دارای یک عدد فلپ می‌باشند که از طریق یک یا دو دستک به شفت متصل شده و به وسیله یک جک هیدرولیکی فرمان می‌گیرند و مسیر جریان هوا و یا مواد را باز و بسته می‌کنند.



بخش سوم-مهندسی معکوس

پس از راه‌اندازی کوره‌های کارخانه آهک و دولومیت، تهیه لوازم یدکی کارخانه در دستور کار واحدهای نت و دفتر فنی قرار گرفت به گونه‌ای که حجم بسیار بالایی از تجهیزات داخلی و خارجی در بخش‌های مکانیک و برق نسبت به حساسیت و اولویت در حد امکان از داخل کشور تهیه و تامین گردید.

ولوهای کوره‌ها از جمله تجهیزاتی بودند که توسط شرکت چیم پروجنتی تامین شده و مدارک ساخت آن‌ها به دلیل ایجاد وابستگی به این شرکت و همچنین محدودیت‌های اعمال شده نظیر تحریم‌های اقتصادی و شیوع بیماری کرونا ارائه نگردید.

در نهایت با توجه به حساسیت تجهیزات مذکور و عدم وجود نقشه‌ها و مدارک ساخت ولوها و همچنین عدم موجودی ولوهای یدکی در کارخانه، با نظر مدیریت محترم عامل شرکت در جهت عدم وابستگی به شرکت‌های خارجی و صرفه‌جویی ارزی دستور بومی‌سازی و مهندسی معکوس ولوها صادر گردید.

در همین راستا پروژه‌ای به عنوان مهندسی معکوس ولوهای کارخانه آهک و دولومیت تعریف و پس از طی مراحل قانونی و بازکردن پاکات پیمانکاران، کمترین هزینه مبلغی حدود ۱۲۰ میلیارد

حل مشکل دستگاه الترا (ELTRA) با تکیه بر توان داخلی شرکت ممرادکو



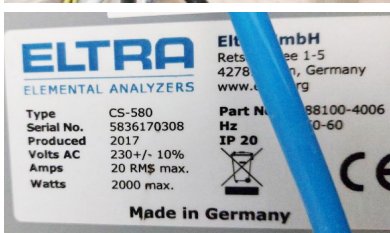
امیرحسام امیرماهانی
سرپرست برق و ابزار دقیق
مجمع آهک و دولومیت

قرار گرفت. از نتیجه‌ی این کار دانشی در شرکت علاوه بر کسب دانش کامل عملکرد دستگاه، می‌توان اشاره نمود که قیمت بخشی از بردهای الکترونیکی سرویس شده در این کارگروه بالغ بر ۱ میلیارد تومان بوده اما کار کارگروه با هزینه‌ای کمتر از ۷۰ میلیون تومان به اتمام رسید.

در راستای حل این مشکل کارگروه رفع مشکل دستگاه در قسمت برق واحد نت ایجاد گردید و مطالعات بر روی نحوه‌ی عملکرد دستگاه آغاز شد. در همین راستا با تکیه بر توان داخلی ابتدا بخش هوای فشرده دستگاه سرویس و در مدار قرار گرفت اما در قسمت الکترونیک کار بسیار پیچیده‌تر بود. از همین رو با به کار گرفتن یک مشاور الکترونیکی خارج از

دستگاه الترا با شماره فنی CS580 یکی از دستگاه‌های پیچیده مورد استفاده در آزمایشگاه‌های کنترل کیفیت و ساخت کشور آلمان می‌باشد. این دستگاه در آزمایشگاه کارخانه آهک و دولومیت جهت تست سریع میزان کربن دی‌اکسید سنگ و یا محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ابتدای فروردین ماه سال ۱۴۰۳ دستگاه الترای کارخانه به علت مشکل فنی به صورت کامل از مدار خارج شد. در راستای تعمیر دستگاه ابتدا با هماهنگی با وندر مربوطه در ایران برخی از قطعات برای آن‌ها ارسال شد تا در صورت امکان توسط این شرکت تعمیر و دستگاه مجدد وارد مدار شود.

پس از گذشت یک ماه وندر مربوطه با اعلام عدم توانایی در تعمیر قطعات ارسالی، خواستار خرید مجدد تمامی قطعات از سمت شرکت ممرادکو بود. اما خرید این قطعات علاوه بر تحمیل بار زیاد مالی به شرکت به دلیل تحریم‌های موجود نیازمند صرف زمان بسیار زیادی می‌باشد.



سازمان و اضافه شدن به کارگروه تعمیرات قسمت‌های مربوط به کنترل دمای کوره دستگاه، که با استفاده از مدلاسیون توان انجام می‌شود نیز در مدار قرار گرفت. با سرویس المنت‌ها و دیگر قسمت‌های کوره در نهایت دستگاه به صورت کامل در مدار



شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه (ممرادکو) کارخانه پخت آهک و دولومیت پروژه شش سیگما کاهش میزان ریزدانه در معدن و کارخانه

تعریف شش سیگما:

شش سیگما یک فرایند آماری و داده محورست که تمرکزش بر مطالعه نقصها و محدودیت‌های کوچک و محدود، اما اثرگذار قرار دارد. این روش در دهه ۸۰ میلادی توسط یکی از دانشمندان شرکت موتورولا ابداع شد و پس از آن شرکت‌های بسیاری در جهان به استفاده از آن روی آوردند. برای درک بهتر شش سیگما باید این تعریف را اضافه کنیم، این روش یک ایدئولوژی مدیریتی است و تمرکز آن بر بهبود آماری فرایندهای کسب‌وکارست و به معیارهای اندازه‌گیری کیفی بیش از نشان‌گرهای کیفی بها می‌دهد. متخصصان و فعالان در حوزه شش سیگما بیش‌تر با آمار، آنالیزهای مالی و مدیریت پروژه به‌منظور بهبود عملکرد کسب‌وکار و فرایندهای آن سروکار دارند. متخصصان و طرفداران روش شش سیگما رویکردی با عنوان DMAIC را دنبال می‌کنند، رویکردی که بیان می‌کند کسب‌وکارها با استفاده از آن می‌توانند هر مشکلی، حتی مشکلاتی که سال‌های سال است با آن درگیرند را حل کنند. اما DMAIC مخفف چه کلماتی است؟ عناصر تشکیل‌دهنده آن شامل تعریف (Define)، اندازه‌گیری (Measure)، تحلیل (Analyze)، بهبود (Improve) و کنترل (Control) است.

۵ گام اجرای شش سیگما:

۱. تیمی از افراد به رهبری یک متخصص شش سیگما یک فرایند معیوب را که نیاز به بررسی و اصلاح دارد را انتخاب می‌کنند و براساس نیازها و اهداف سازمان آن را تحلیل می‌کنند، این اقدام چارچوب، اهداف و نیازهای پروژه را تعریف می‌کند.
۲. اعضای تیم به بررسی عملکرد ابتدایی فرایند و جمع‌آوری اطلاعات آماری می‌پردازند. این اطلاعات لیستی از ورودی‌های احتمالی که می‌توانند در فرایند ایجاد مشکل کنند را برای اعضای تیم مشخص و به آن‌ها کمک می‌کند

تا معیارهای اندازه‌گیری عملکرد را تعیین کنند.

۳. حالا زمان تحلیل است. اعضای تیم با ایزوله کردن جداگانه هر ورودی که می‌تواند به‌طور بالقوه ایجاد مشکل کند، آن ورودی را به‌عنوان علت اصلی خطا در فرایند در نظر می‌گیرند و آزمون را آغاز می‌کنند. سپس با استفاده از آنالیزهای ترکیبی دلیل اصلی وجود خطا در فرایندها را مشخص می‌کنند.
۴. کار عملیاتی تیم برای بهبود عملکرد سیستم آغاز می‌شود.
۵. تیم معیارهای کنترلی را نیز به فرایند اضافه می‌کند تا از عدم بازگشت خطا و عیب به سیستم اطمینان حاصل شود.

اجرای شش سیگما در کارخانه آهک و دولومیت کرمان

پنج گام شش سیگما

- ۱-تعریف ، ۲-اندازه‌گیری ، ۳-تحلیل ، ۴-بهبود ، ۵-کنترل
- موضوع:** کاهش میزان تولید ریزدانه در معدن و کارخانه.
- با توجه به تولید نسبتاً زیاد میزان ریزدانه سنگ و محصول، تصمیم بر تغییر سایز سنگ تولیدی در معدن از سایز ۸۰-۴۰ به سایز ۶۰-۳۰ میلیمتر گردید.
- بررسی و اندازه‌گیری در دو مرحله ذیل انجام شد:

CTQ۱ : کاهش میزان ریزدانه سنگ

CTQ۲ : کاهش میزان ریزدانه محصول

اندازه‌گیری:

- ۱- اندازه‌گیری میزان ریزدانه در معدن
اندازه‌گیری میزان ریزدانه پس از تغییر سایز سنگ با استفاده از دیوگرافی انجام شد.
- ۲- اندازه‌گیری میزان ریزدانه در کارخانه
انجام آنالیز دانه بندی در ۳ محل شامل:
* ورودی به کوره
* خروجی از کوره
* خروجی از کراشر

تحلیل

- ۱- میزان کاهش ریزدانه در معدن با تغییر سایز سنگ از ۸۰-۴۰ به ۶۰-۳۰ میلیمتر میزان ریزدانه از ۵۹ به ۴۸ درصد کاهش یافت.
- ۲- میزان کاهش ریزدانه در کارخانه
انجام آنالیز دانه‌بندی در ۳ محل شامل:
میزان ریزدانه در ورودی به کوره ۵,۷ درصد افزایش یافت.
میزان ریزدانه در خروجی از کوره تفاوت معنی‌داری نداشت.
میزان ریزدانه در خروجی از کراشر ۱,۷ درصد کاهش یافته است.

* لازم به ذکر است تحلیل موارد فوق به کمک نرم‌افزارهای آماری صورت گرفته است.

بهبود:

معدن :

- * با توجه به استخراج سنگ آهک از معدن به میزان ۱/۲۰۰/۰۰۰ تن در سال، تناژ سنگ ریزدانه به میزان حدود ۱۹۰/۰۰۰ تن کاهش یافته و به سنگ سایز ۶۰-۳۰ میلی‌متر (محصول اصلی موردنیاز کارخانه) اضافه شده که معادل حدود ۱۸ میلیارد تومان صرفه‌جویی در سال می‌باشد.

* کارخانه :

- * با توجه به تولید ۲۷۰/۰۰۰ تن محصول در سال، تناژ ریزدانه محصول به میزان حدود ۴/۶۰۰ تن کاهش یافته که معادل حدود ۵/۵ میلیارد تومان صرفه‌جویی در سال می‌باشد.

کنترل:

کنترل میزان سنگ و ریزدانه تولیدی در معدن با استفاده از دیوگرافی و در کارخانه با آنالیز دانه‌بندی بصورت مداوم انجام می‌شود.

- پروژه کاهش میزان ریزدانه در معدن و کارخانه تقریباً به مدت یک سال به طول انجامید با مشاوره آقای دکتر حمید اسماعیلی دکترا مهندسی صنایع ، هیئت علمی گروه مهندسی صنایع دانشگاه آزاد تهران - شمال و مدیرکل اقتصاد دانش بنیان و سرمایه گذاری .

مدیریت دانش در واحد اکتشاف مجتمع آهک و دولومیت کرمان

انجام عملیات اکتشاف تکمیلی در معادن آهک سرآسیاب و دولومیت کاظم آباد

براساس نیاز به افزایش ذخیره معادن آهک و دولومیت مجتمع پخت آهک و دولومیت ممرادکو جهت برآورده نمودن نیاز کوره های پخت آهک و دولومیت، اقدام به انجام اکتشاف تکمیلی در معادن مذکور گردید و طی فعالیت های اکتشافی صورت گرفته نظیر برداشت نمونه، تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ و فرایندهای اداری و تهیه گزارشات و ... ذخیره معدن آهک سرآسیاب از ۱ میلیون تن به ۶۰ میلیون تن و ذخیره معدن دولومیت کاظم آباد از ۲ میلیون تن به ۳۷ میلیون تن افزایش یافت. لازم به ذکر است تمام ماحا

، گزارشات زمین شناسی ارائه شده توسط شرکت های معتبر جهانی، تصاویر معادن و محدوده های معدنی سامانه کاداستر که اکثرا جهت سهولت کار، در نرم افزارهای زمین شناسی رقومی و مورد استفاده می گیرد.

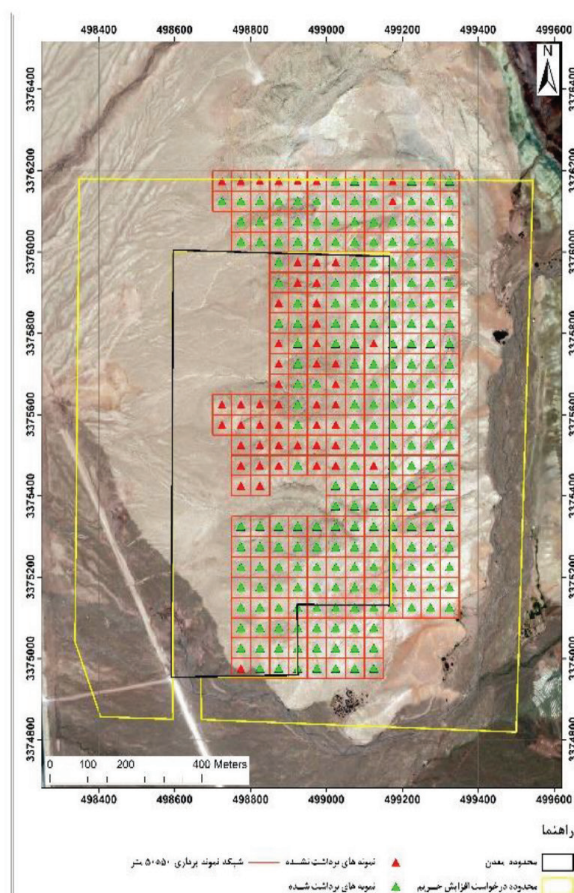
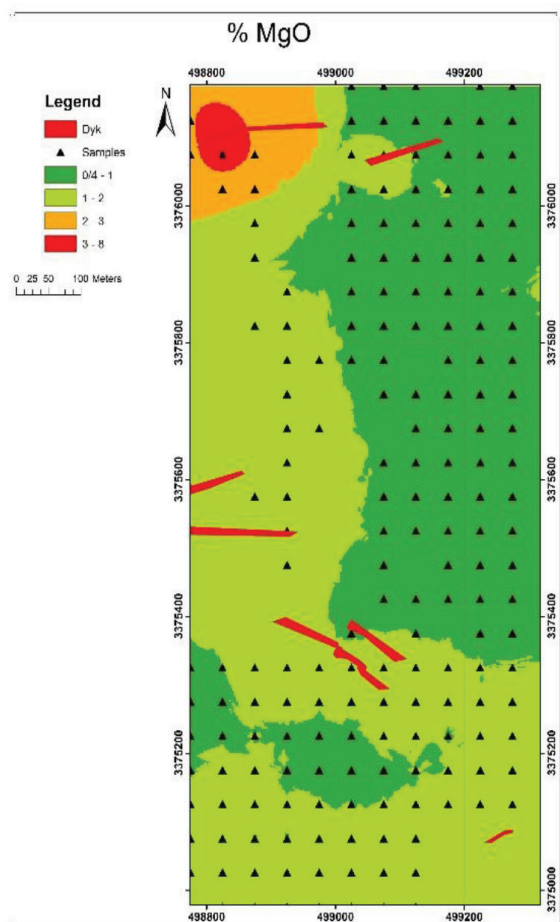
از این بانک اطلاعاتی در جهت شناسایی ذخایر کانسار فلزی پنهان که دو روی سطح زمین برونزدی نداشته و همچنین جهت رصد مزایده های عمومی سازمان های صمت در کشور، استفاده می گردد.

براساس نیاز و با توجه به روند فعالیتی این واحد، اطلاعات مذکور هر چند ماه به روز رسانی می گردد.

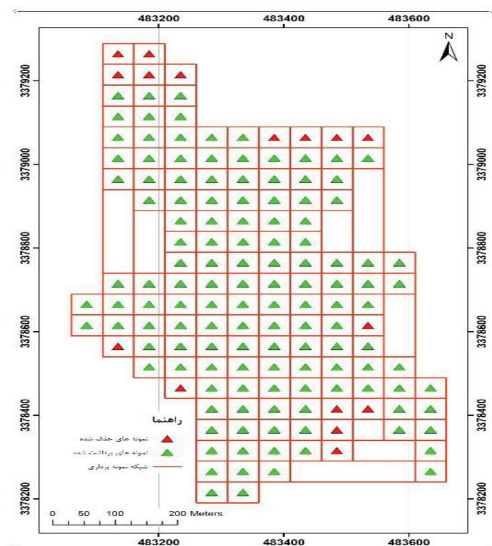
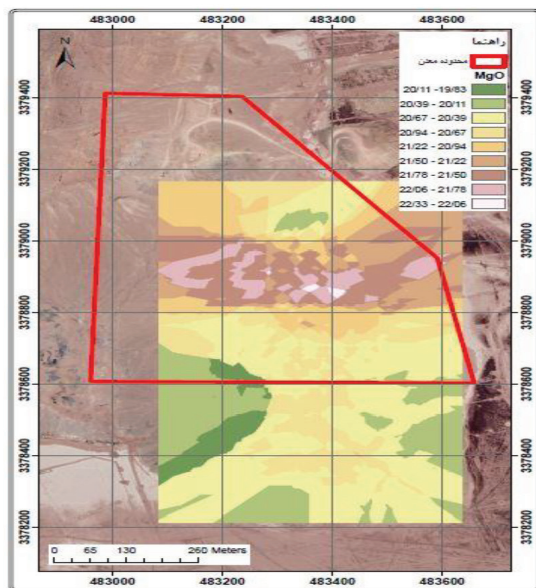
اکتشاف اعم از مقدماتی تا تفصیلی و تخمین ذخیره و تهیه ی گزارش توسط نیروهای واحد اکتشاف و بدون برون سپاری به مشاور و غیره صورت گرفته است.

تهیه بانک اطلاعاتی اکتشاف

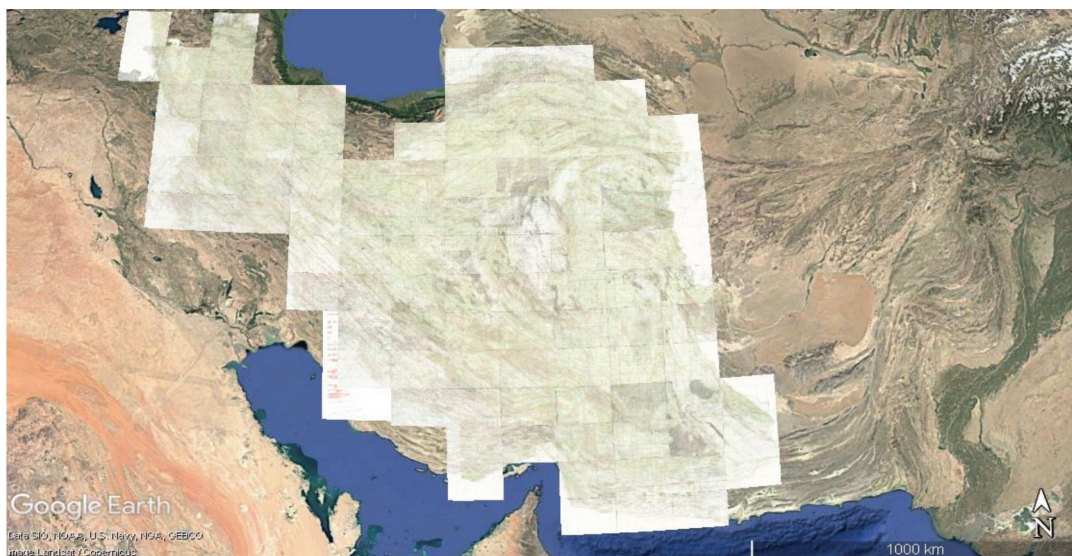
از اوایل سال ۱۳۹۹ گروه اکتشاف مجتمع پخت آهک و دولومیت اقدام به جمع آوری اطلاعات زمین شناسی و معدنی در کشور را جهت تهیه بانک اطلاعاتی اکتشاف و معادن نمود. اطلاعات مذکور شامل تمامی نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ، ۱:۲۵۰۰۰ و ... ، تهیه نقشه های ژئوفیزیک هوابرد، تهیه نقشه لایه های ژئوشیمی، نقشه های توپوگرافی



مونه ای از نقشه تهیه شده جهت برداشت نمونه از معدن آهک سرآسیاب و نقشه ژئوشیمی تهیه شده براساس آنالیزهای انجام شده از نمونه ها



نمونه ای از نقشه های تهیه شده جهت برداشت نمونه از معدن دولومیت کاظم آباد و نقشه ژئوشیمی تهیه شده براساس آنالیزهای انجام شده از نمونه ها



نمونه ای از نقشه های رقومی شده ژئوفیزیک هوابرد کشور که کمک قابل توجهی در شناسایی ذخایر آهن می کند.



استخراج آنومالی های مستعد کانی زدایی مس از گزارشات مربوط به فعالیت های شرکت های خارجی «کشور یوگسلاوی» جهت بررسی و اکتشاف ذخایر مس در استان کرمان

باز طراحی و تغییر ساختار رولیک‌های برگشت نوارهای نقاله



لوله متحرک و بر روی یک شافت می‌باشد که عمل گشتاور و چرخش رولیک را انجام می‌دهد و شافت ثابت می‌باشد و لوله به تنهایی می‌چرخد.

مشکل اصلی زمان بوجود می‌آید که به دلیل وزن بسیار بالای نوار بر روی رولیک‌ها بلبرینگ و بوش پس از مدتی دچار مشکل شده و از کار می‌افتد به دلیل نچرخیدن رولیک نوار دچار ساییدگی و از مسیر اصلی منحرف شده که در نهایت به دلیل نچرخیدن

از ساییدگی، فرسایش، و انحراف تسمه‌ها بسیار حیاتی است. در این مقاله، به باز طراحی و تغییر ساختار رولیک برگشت در بهینه‌سازی عملکرد آن در سیستم‌های نوار نقاله می‌پردازیم.

رولیک برگشت یکی از اجزای اساسی نوار نقاله است که در قسمت برگشت نوار (قسمت تخلیه بار به قسمت بارگیری) مورد استفاده قرار می‌گیرد. وظیفه اصلی این رولیک‌ها نگهداشتن و حمایت از نوار بازگشتی است، که معمولاً به دو صورت افقی و V شکل اجرا می‌شوند.

اصلی‌ترین وظیفه این رولیک‌ها نگهداشتن و پشتیبانی از نوار بازگشتی است که پس از تخلیه بار، در مسیر برگشت به ناحیه بارگیری باز می‌گردد.

این رولیک‌ها معمولاً شامل یک رولر افقی است که از زیر تراورس کانوایر آویزان شده است.

اجزای رولیک برگشت شامل :

شفت میله مرکزی، لوله با متریاال مختلف، لوله متحرک، بلبرینگ، درپوش، قطعات سیل‌بندی و آب‌بندی، خار و ...

در این نوع از رولیک‌ها هرز گرد در درون



مصطفی باصره
سرپرست قسمت معدن آهک سرآسیاب
مجمع آهک و دولومیت

در دهه‌های اخیر، استفاده از سیستم‌های نقاله در صنایع مختلف به‌طور گسترده‌ای افزایش یافته است. این سیستم‌ها، نه تنها به منظور حمل و جابجایی مواد و کاهش نیاز به نیروی انسانی، بلکه برای افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید نیز استفاده می‌شوند. در این سیستم‌ها، رولیک‌ها به عنوان یکی از اجزای اساسی و بحرانی مطرح می‌شوند که نقش بسیار مهمی در عملکرد بهینه این سیستم‌ها دارند.

یکی از انواع رولیک نوار نقاله، رولیک برگشت است که وظیفه نگهداری و پشتیبانی از تسمه‌های نقاله را داراست. عملکرد صحیح این رولیک‌ها برای جلوگیری

رولیک برگشت به حفظ امنیت و عملکرد بهینه سیستم نقاله کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، نقش و اهمیت رولیک برگشت در عملکرد بهینه سیستم‌های نقاله مورد بررسی قرار گرفت. این اجزا اساسی سیستم نقاله باعث جلوگیری از ساییدگی، فرسایش، و انحراف تسمه‌های نقاله شده و تاثیر بسزایی در بهره‌وری و کارایی این سیستم‌ها دارند. با توجه به مطالعات و آزمایشات صورت گرفته، مشخص شد که استفاده از این نوع رولیک‌های برگشت با فناوری‌های جدید و مواد با کیفیت، می‌تواند عملکرد و عمر مفید سیستم‌های نقاله را بهبود بخشد و هزینه‌های نگهداری را کاهش دهد.

در نتیجه، استفاده بهینه از این نوع رولیک‌های برگشت در سیستم‌های نقاله امری حیاتی برای صنایع مختلف است. این اجزا باعث افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید می‌شوند و در عین حال، از نظرات زیست محیطی نیز به عنوان یک راهکار پایدار مطرح می‌گردند. امیدواریم که این مقاله بتواند به مدیران و متخصصان صنایع مختلف در اتخاذ تصمیمات مناسب و بهینه در زمینه استفاده از رولیک‌های برگشت کمک کند و بهبودی قابل توجهی در عملکرد و بهره‌وری این سیستم‌ها را به همراه داشته باشد.

نقاله از مسیر خود انحراف کند، رولیک برگشت با ایجاد فشاری مناسب و اصلاح مسیر حرکت، باعث می‌شود تا تسمه به مسیر درست بازگردد و کارایی سیستم بهینه باقی بماند.

مقاومت در برابر فشار و وزن: رولیک برگشت با طراحی مقاوم و استفاده از موادی مناسب، قادر است وزن نوار نقاله و فشارهای متحمل را تحمل کند و عمر مفید تسمه را افزایش دهد.

حفظ امنیت و عملکرد بهینه: با جلوگیری از ساییدگی و از دست دادن تسمه نقاله،



بلبرینگ شافت به تدریج دچار خوردگی و در نهایت باعث بریدن آن می‌گردد که اگر سریعاً اپراتور نوار نقاله را متوقف نکند سبب پارگی نوار به صورت طولی می‌گردد.

با توجه به هزینه‌های بالای ساخت و استهلاک بسیار بالای این نوع رولیک‌ها علاوه بر توقف خطوط سبب تحمیل هزینه‌های بسیار بالایی می‌گردد.

پس از مشاهده این مشکل جهت برون رفت از این مشکل اقدام به باز طراحی و تغییر ساختار رولیک‌های برگشت نوارهای نقاله نموده شد

در این مدل جدید با استفاده از رولیک‌های معیوب گذشته ابتدا شافت تقویت گردید و سپس با استفاده از دو عدد پاتاقان (هرزگرد) گشتاور به بیرون از لوله منتقل گردید که در این نوع شافت و لوله با هم می‌چرخد.

با توجه به عملکرد این نوع رولیک برگشت در سیستم نقاله، می‌توانیم وظایف اصلی آن را به شرح زیر بیان کنیم:

حفظ تسمه نقاله: این رولیک‌ها باعث می‌شوند تا تسمه نوار نقاله به درستی در مسیر خود حفظ شود و از انحراف و از دست دادن مسیر جلوگیری کنند.

جلوگیری از فرسایش و ساییدگی: با توجه به اینکه ممکن است مواد چسبیده به تسمه‌های نوار نقاله چسبیده و سطح آن را پوشانده، رولیک برگشت باعث جلوگیری از فرسایش و پارگی تسمه می‌شود. اصلاح مسیر حرکت: در صورتی که تسمه





هانیه حسنی
کارشناس آموزش
مجمع آهک و دولومیت

آیا از «سبک یادگیری» خود اطلاع دارید؟

از سبک یادگیری خود اطلاع دارید؟

یادگیری کلید پیشرفت فردی است اما یادگیری در همه افراد به یک صورت انجام نمی پذیرد. عوامل متعددی مانند هوش، انگیزه، شرایط خانوادگی و اجتماعی و ... بر آموزش تاثیر گذارند. سبک یادگیری چکیده تجربیات و ویژگی های فردی یادگیرنده می باشد. مطالعات متعدد نشان می دهد که آگاهی از سبک یادگیری فردی و به تبع آن متناسب سازی محتوای آموزشی، شیوه تدریس، برنامه آموزشی و نوع آموزش با سبک یادگیری تاثیر به سزایی در بهبود و اثربخشی یادگیری افراد و گروه ها دارد. شناسایی سبک یادگیری به ما کمک می کند تا از ورودی و خروجی آموزش، تحلیل دقیق تری داشته باشیم که شامل چگونگی ارائه محتوای از یک سو و چگونگی یادگیری آن محتوا توسط مخاطب آموزش می شود. یکی از مدل هایی که در سال ۱۹۹۲ توسط فلمینگ برای شناسایی سبک یادگیری افراد معرفی گردید مدل وارک (VARK) می باشد که بر سه اصل: ۱- هرکسی توانایی یادگیری دروس را دارد، اما هرکسی شیوهی خاص خود را دارد. ۲- هنگامی که شیوه های یادگیری متفاوت یادگیرندگان مورد توجه قرار گیرد، انگیزه ی یادگیری آنان افزایش می یابد. ۳- محتوای آموزشی به وسیله ی استفاده از نیروی حواس و ادراکات مختلف، به بهترین نحو یاد گرفته می شود، استوار و مخفف حروف اول کلمات زیر است که هر کدام معرف یک سبک یادگیری می باشند:

Visual-

(سبک یادگیری دیداری): فراگیران مطالب را از طریق دیدن و ارائه نمایشی اطلاعات بهتر یاد می گیرند.

Aural-

(سبک یادگیری شنیداری): فراگیران مطالب را از طریق گوش دادن و آموزش شفاهی بهتر یاد می گیرند.

Read/write-

(سبک یادگیری خواندنی- نوشتاری):

فراگیران مطالب را از طریق نکته برداری و خواندن متون نوشتاری یا چاپی بهتر یاد می گیرند.

Kinesthetic-

(سبک یادگیری حرکتی- جنبشی):

فراگیران مطالب را از طریق انجام نمونه های عملی، تجربی و دستکاری اشیاء طی یک فرایند فیزیکی بهتر یاد می گیرند.

در اغلب مطالعات در جمعیت های مختلف، اکثر شرکت کنندگان دارای چند سبک یادگیری می باشند و در طبقه یادگیری چندوجهی قرار دارند.

به صورت کلی کاربرد نتایج این سنجش برای «فرد»: چطور می توانم بهتر یاد بگیرم؟ چطور می توانم آموخته هایم را در ذهن نگاه دارم؟ چطور می توانم در امتحانات و رقابت های یادگیری عملکرد بهتری داشته باشم؟ و برای «مدرسین، سازمان ها و مسئولین آموزشی»: چطور مواد آموزشی مناسب تری برای مخاطبان تهیه کنیم؟ چگونه روش ارائه آموزش خود را ارتقا دهیم؟ چگونه اهداف آموزشی را به شکل موثرتری تحقق ببخشیم؟ می باشد.

راهنمای اجرا:

گزینه یا گزینه هایی که بهترین توصیف از اقدام احتمالی شما می باشند را انتخاب کنید. (دقت کنید که می توانید بیش از یک گزینه را در صورت لزوم انتخاب نمایید.)

سوالات پرسشنامه:

۱- قصد دارید به شخصی که می خواهد به فرودگاه، ایستگاه راه آهن یا مرکز شهر برود کمک کنید. شما:

الف: با او می روید.

ب: آدرس را به او می گوید.

ج: آدرس را برای او می نویسید.

د: برای او نقاشی می کشید یا به او نقشه می دهید.

۲- مطمئن نیستید که یک کلمه به صورت dependant یا dependent نوشته می شود. شما:

الف: کلمه را در ذهن تصور می کنید و هر کدام را که ظاهر بهتر داشته باشد می نویسید.

ب: فکر می کنید که هر کدام از لغات چگونه تلفظ می شود و بهترین را انتخاب می کنید.

ج: آن را در فرهنگ لغت پیدا می کنید.
د: هر دو کلمه را در صفحه کاغذ نوشته و یکی را انتخاب می کنید.

۳- در حال برنامه ریزی تعطیلات برای گروهی هستید. می خواهید که نظر آن ها را در مورد برنامه بدانید. شما:

الف: برخی از موارد مشخص را برای آن ها نام می برید.

ب: از نقشه یا وب سایت استفاده می کنید تا مکان ها را به آن ها نشان دهید.

ج: یک کپی از سفرنامه به آن ها می دهید.

د: به آن ها از طریق ایمیل، تلفن یا نامه خبر می دهید.

۴- می خواهید برای یک میهمانی ویژه خانوادگی آشپزی کنید. شما:

الف: چیزی را که یاد دارید بدون نیاز به دستورالعمل درست می کنید.

ب: از دوستانتان چند پیشنهاد می خواهید.

ج: در کتاب آشپزی از روی تصاویر آن، بهترین گزینه را انتخاب می کنید.

د: دستور آشپزی غذایی که می دانید خوب است را از درون کتاب آشپزی پیدا می کنید.

۵- گروهی از توریست ها می خواهند در مورد منابع حیات وحش و پارک های موجود در منطقه شما اطلاعات کسب کنند. شما:

الف: در مورد پارک ها و منابع حیات وحش با آن ها صحبت می کنید یا جلسه ای تشکیل می دهید.

ب: به آن ها تصاویر اینترنتی و یا کتاب عکس منطقه را نشان می دهید.

ج: آن ها را به پارک و منابع حیات وحش برده و با آن ها قدم می زنید.

د: به آن ها کتاب یا پمفلت در مورد حیات وحش و پارک های منطقه می دهید.

۶- می خواهید یک تلفن همراه یا یک دوربین دیجیتال بخرید. به جز قیمت چه چیزی در تصمیم شما موثر است؟

الف: امتحان کردن و تست کردن آن

ب: خواندن در مورد ویژگی های آن

ج: طراحی جدید و ظاهر خوب آن

د: خصوصیتی که فرد فروشنده به شما می گوید.

۷- زمانی را که یک عمل را آموخته اید به یاد آورید. سعی کنید مهارت های فیزیکی مثل دوچرخه سواری نباشد. شما آن را با آموخته اید.

الف: دیدن یک دمو (فیلم کوتاه آموزشی)

ب: گوش دادن به شخصی که آن را تجربه کرده است و پرسیدن سوال از او.

ج: نمودارها، جداول و اشکال بصری

د: دستورالعمل نوشتاری (کتاب یا دفترچه راهنما)

۸- در زانوی خود احساس درد می کنید. شما ترجیح می دهید که پزشک:

الف: یک آدرس اینترنتی، کتاب یا ... به شما بدهد که در مورد آن مطالعه کنید.

ب: از یک مدل پلاستیکی زانو جهت نشان دادن اختلال استفاده کند.



ج: سخنرانی خود را می نویسد و با چندین بار خواندن آن را یاد می گیرد.
د: مثال ها و داستان های زیادی را جمع می کنید تا صحبتتان را واقعی و عملی جلوه دهید.

شیوه نمره دهی و تفسیر:
هرکدام از گزینه ها که مرتبط با هر حیطه بود، یک امتیاز به خود اختصاص داده و به این ترتیب هر فرد حداکثر ۱۶ و حداقل صفر امتیاز از هر حیطه را کسب می نماید.

کسب نمره بیشتر در هر کدام از انواع سبک ها نشان دهنده تمایل بیشتر فرد به آن سبک می باشد.

در صورتی که فردی در دو یا بیشتر از یک سبک، نمره برابر کسب نماید سبک یادگیری او چند وجهی می باشد.

با توجه به امتیازات کسب شده، می توان ترتیب الویت سبک های یادگیری را برای هر فرد از امتیاز بیشتر به کمتر در نظر گرفت.

گفتاری به شما بگوید.
د: ارائه عکس و تصویر از آن چیزی که به آن دست یافته اید، باشد.

۱۵- می خواهید در کافه یا رستوران یک غذا انتخاب کنید. شما:

الف: چیزی را انتخاب می کنید که قبلا خورده اید.

ب: به گارسون گوش می دهید یا از دوستانتان می خواهید به شما توصیه ای در مورد انتخاب غذا بکنند

ج: از توضیحات درون منو استفاده می کنید.
د: نگاه می کنید که بقیه افراد چه می خورند و یا از روی تصاویر غذاهای داخل منو انتخاب می کنید.

۱۶- می خواهید یک سخنرانی مهم در یک کنفرانس یا جایگاه ویژه انجام دهید. شما:

الف: از دیاجرام یا عکس برای کمک به توضیح مسائل استفاده می کنید.

ب: کلید واژه ها را می نویسد و به صورت گفتاری سخنان خود را چند بار تمرین می کنید.

ج: توضیح دهد که چه اختلالی روی داده است.

د: یک عکس از اختلال ایجاد شده به شما نشان دهد.

۹- می خواهید یک برنامه، مهارت یا بازی جدید کامپیوتری را یاد بگیرید. شما:

الف: دستورالعمل هایی را که همراه بازی می آید را می خوانید یا می نویسد.

ب: با کسی که در مورد برنامه اطلاع دارد صحبت می کنید.

ج: استفاده از کنترل و صفحه کلید

د: دیاجرامی که در کتابی که همراه آن است را دنبال می کنید.

۱۰- من دوست دارم که وب سایت ها داشته باشند.

الف: چیزهایی که من بتوانم روی آن ها کلیک کنم، انتقال بدهم یا امتحان کنم.

ب: طرح و ویژگی های جالب دیداری

ج: توضیحات، لیست ها و توصیفات نوشتاری جالب

د: کانال های رادیویی، جایی که من بتوانم موزیک، مصاحبه و برنامه های رادیویی را بشنوم.
۱۱- به جز قیمت چه چیزی بیشترین تاثیر را روی تصمیم شما در مورد خرید یک کتاب غیر تخیلی جدید می گذارد؟

الف: جذابیت تصاویر و طرح جلد کتاب

ب: خواندن سریع بخش های آن

ج: یک دوست در مورد آن صحبت کند و آن را توصیه کند.

د: داستان ها، تجربیات و مثال های مستند زندگی را داشته باشد.

۱۲- در حال استفاده از یک کتاب، CD یا وب سایت هستید تا یاد بگیرید چگونه با دوربین دیجیتال جدیدتان عکس بگیرید. شما می خواهید تا داشته باشید.

الف: شانس سوال پرسیدن و صحبت درباره دوربین و ویژگی های آن

ب: دستورالعمل نوشتاری واضح همراه با لیست نکات برجسته در مورد آنچه باید انجام دهید.

ج: دیاجرام هایی که نشان می دهد هر بخش از دوربین چه کاری انجام می دهد.

د: مثال های زیادی از دوربین های خوب و ضعیف و چگونگی بهبود بخشیدن به آن ها

۱۳- شما ترجیح می دهید استاد یا ارائه دهنده ای را انتخاب کنید که از استفاده می کند.

الف: مدل ها و جلسات عملی

ب: سوال و جواب، مکالمه و بحث گروهی

ج: تیرها، کتاب ها و مقالات

د: نمودار، دیاجرام و عکس

۱۴- یک تست یا رقابت را انجام داده اید و حال تمایل دارید در مورد آن فیدبک بگیرید. شما دوست دارید فیدبک:

الف: استفاده از مثال هایی که شما آن ها را انجام داده اید، باشد.

ب: یک توضیح نوشتاری در مورد نتایج آن باشد.

ج: از کسی می خواهید که آن را به صورت

سوال	گزینه الف	گزینه ب	گزینه ج	گزینه د
۱	K	A	R	V
۲	V	A	R	K
۳	K	V	R	A
۴	K	A	V	R
۵	A	V	K	R
۶	K	R	V	A
۷	K	A	V	R
۸	R	K	A	V
۹	R	A	K	V
۱۰	K	V	R	A
۱۱	V	R	A	K
۱۲	A	R	V	K
۱۳	K	A	R	V
۱۴	K	R	A	V
۱۵	K	A	R	V
۱۶	V	A	R	K



گوگرد زده‌ایی از زغال سنگ‌های کک‌شو طپسی

مصطفی غلامی
مدیر کارخانه
مجتمع زغال سنگ طپس

چکیده

گوگرد به صورت معدنی و آلی در زغال سنگ‌ها وجود دارد و یکی از مهمترین عناصر مزاحم در صنعت فولاد سازی است.

بالا بودن درصد گوگرد موجود در زغال سنگ‌های طپس به عنوان یک عنصر آلاینده و مضر مطرح می‌باشد. گوگرد علاوه بر کاهش راندمان تولید در کارخانه‌های کک‌سازی، باعث آلودگی محیط زیست می‌گردد. بررسی کاهش میزان گوگرد به روش‌های فیزیکی مانند شناورسازی یکی از اهداف این نوشتار است. بررسی نمونه‌های زغالی در روش شناورسازی و فاکتورهای موثر در افزایش راندمان جداسازی گوگرد مورد بررسی قرار می‌گیرد. عواملی همچون میزان خاکستر، تاثیر کلکتورها و کف سازه‌ها و ویژگی‌های مکانیکی و شرایط سلول‌های شناورسازی مد نظر قرار دارد. مقدار کلکتور و مقدار کف کننده و درصد پالپ و زمان ماند متغیرهایی هستند که در زمینه کاهش گوگرد زغال سنگ در روش فلوتاسیون موثر می‌باشند. با افزایش مقدار کلکتور نفت سفید، مقدار بازیافت و میزان کاهش گوگرد پیریتی با یک روند آرام افزایش می‌یابد. افزایش یا کاهش بیش از حد دور موتور، میزان گوگردزدایی را کم می‌کند. افزایش درصد پالپ بر روی کاهش گوگرد و کاهش خاکستر درصد بازیافت را افزایش

می‌دهد.

واژه گان کلیدی: گوگرد، آلاینده، زغال سنگ، خاکستر، شناورسازی، طپس.

مقدمه

گوگرد یکی از مضرترین عناصر موجود در زغال سنگ است. بر اساس استاندارد تعیین شده در صنعت فولاد ایران، مقدار آن در زغال سنگی که برای تولید کک متالورژی مصرف می‌گردد نباید بیش از ۱/۵٪ باشد. در تجربیات کک سازی مشخص شده است که حدود ۰.۸ تا ۵۵ درصد مقدار کل گوگرد زغال سنگ در کک حاصله باقی می‌ماند و جنس و مرغوبیت آن را تنزل می‌دهد. گوگرد باقیمانده در کک در کوره بلند ذوب آهن وارد فلز گشته و آن را ترد و شکننده ساخته و خاصیت چکش‌خواری و قابلیت تورق آن را کاهش می‌دهد، رضایی، ۱۸۰۸. علاوه بر این در حین تولید کک بخشی از گوگرد زغال به صورت گازهای دی‌اکسید گوگرد و تری‌اکسید گوگرد و سایر ترکیبات فرار گوگردی در می‌آیند که باعث آلودگی و مسمومیت محیط گشته و به محیط‌زیست صدمات جبران ناپذیری وارد می‌سازند. این مسئله در مورد نیروگاه‌های برق که از زغال سنگ به عنوان سوخت استفاده می‌نمایند اهمیت بیشتری می‌یابد. چون در حین احتراق زغال سنگ، بیشتر گوگرد به دی‌اکسید گوگرد و کمتر از هفت درصد آن به تری‌اکسید گوگرد اکسید را می‌آفریند. مهم‌ترین مصرف زغال سنگ به صورت کک در صنایع ذوب فلزات خصوصاً

ذوب آهن است. ولی متأسفانه به علت وجود عناصر نامناسب در آن، اشکالاتی را در موارد کاربردی ایجاد کرده که سعی و تلاش محققین، حل معضلات ناشی از مصرف این سوخت فسیلی در صنعت جهان می‌باشد. مهم‌ترین عنصر مزاحم در ترکیب زغال سنگ، گوگرد می‌باشد که به شکل ترکیبات آلی و معدنی در آن وجود دارد، هاشمی و همکاران، ۱۸۵۵. خواص فیزیکی و شیمیایی بسیاری از زغال‌های ایرانی به خصوص خاصیت پلاستومتری آن، به گونه‌ای است که می‌تواند در صنایع متالورژی به عنوان زغال کک شونده به کار گرفته شود، از معایب این زغال‌ها بالا بودن درصد گوگرد موجود در آن به عنوان یک عنصر آلاینده و مضر، می‌باشد، جن لی و همکاران، ۰۸۱۰.

روش‌ها

تعداد ۰۲ نمونه از زغال‌های استخراجی از معادن زغال سنگ طپس انتخاب گردید و در آزمایشگاه شرکت معادن زغال سنگ طپس مورد آنالیز قرار گرفتند و مواردی مانند انواع گوگرد: کل - پیریتی - آلی - سولفاتی میزان خاکستر، عدد کک، درصد بازیافت زغال سنگ بر اساس دستورات ASTM اندازه گیری گردید. اندازه گیری کمیت های فوق برای زغال خوراک و مقایسه آن با موارد آزمایش شده، درصد کاهش انواع گوگرد و خاکستر حاصل می‌شود.

سپس از نمونه پایلوت سلول شناورسازی استفاده شد و تاثیر مقدار کلکتور و مقدار

کف کننده و درصد پالپ و زمان ماند بررسی گردیدند و سپس مقادیر گوگرد و خاکستر نمونه‌ها اندازه‌گیری و نمودارهای نتایج حاصله ترسیم شد.

بحث و نتایج

برای پیشگیری از عوارض مصرف زغال سنگ و سوختن گوگرد، معمولاً گوگرد آن را به دو صورت تصفیه و جدا می‌کنند: ۱) جداسازی گوگرد و ترکیبات آن در حین سوختن زغال سنگ. ۲) جداسازی گوگرد و ترکیبات آن قبل از سوختن زغال سنگ.

مورد اول بدین صورت انجام می‌گیرد که در کوره‌هایی که سوختن زغال سنگ صورت می‌گیرد، بر سر راه خروجی گاز سوخته شده، یعنی در دود کش‌های موجود کوره‌ها، جدا کننده‌ها یا جاروبک‌هایی قرار می‌دهند تا نسبت به عبور عمده گوگرد یا ترکیبات سوخته شده آن ممانعت ایجاد کنند و نسبت به دفع و جمع‌آوری آن نیز عمل کنند. این روش اگر چه نسبتاً موفق بوده، اما علاوه بر در بر داشتن هزینه زیاد، نمی‌تواند در صنعت فولاد که هدف اصلی آن حفظ کیفیت آهن می‌باشد را تضمین کند. به عبارتی این روش در نیروگاه‌های تولید برق کارسازتر است.

روش دوم که به علت پرهزینه بودن روش اول متداول‌تر می‌باشد، بر اساس پیش تصفیه زغال سنگ می‌باشد. در این روش، قبل از این که زغال سنگ در کوره‌ها مصرف می‌شود، مورد تصفیه قرار می‌گیرد.

همچنین وجود گوگرد در زغال باعث افت حرارتی آن نیز می‌شود. مشخص شده است که وجود یک درصد گوگرد می‌تواند حدود ۰.۸ کیلو کالری بر کیلوگرم حرارت سوختن زغال را پایین بیاورد. هدف این تحقیق انجام آزمایشات و بررسی نتایج گوگردزدایی زغال سنگ با روش فیزیکی می‌باشد. بدین منظور از فلوتاسیون به عنوان روش معمول فیزیکی در شستشوی زغال سنگ و امکان استفاده از آن در مقیاس صنعتی عظیم طیس می‌باشد.

گوگرد موجود در زغال از دیدگاه فلوتاسیون گوگرد موجود در زغال اهمیت خاصی دارد و مقدار آن نباید از ۱/۵ درصد در کک متالورژی بیشتر باشد، زیرا نه تنها مرغوبیت فولاد را کاهش می‌دهد بلکه آن را ترد و شکننده می‌سازد و خاصیت چکش‌خواری و قابلیت تورق آن را نیز کم می‌کند. از طرفی گوگرد با اکسیژن ترکیب می‌شود و گاز SO₂ را تولید می‌کند که علاوه بر تاثیر نامناسب زیست محیطی، در روش احیاء مستقیم باعث صدمه زدن به کاتالیزورها نیز می‌شود. به طور کلی در زغال سنگ، گوگرد به دو صورت آلی و معدنی یافت می‌شود:

الف - گوگرد معدنی معمولاً به صورت سولفیدهای آهن مانند پیریت، مارکاسیت و گاهی هم به صورت ژپس دیده می‌شود. پیریت از جمله کانی‌های سولفیدی است که

در فلوتاسیون زغال از دیدگاه‌های مختلف باید مورد بررسی قرار گیرد، ولی در مورد بازداشت پیریت زغالی کار زیادی انجام نگرفته است. متأسفانه به دلایلی نمی‌توان از نتایج حاصل از بازداشت پیریت در فلوتاسیون سولفیدها و دیگر گروه کانی‌ها، در بازداشت پیریت به هنگام فلوتاسیون زغال استفاده کرد. به عنوان مثال ماهیت پیریت در زغال با ماهیت پیریت در کانی سنگ‌های دیگر تفاوت زیادی دارد و از لحاظ وضعیت سطحی نیز این دو بسیار متفاوتند. با وجود اینکه پیریت‌زدایی زغال به سادگی پیریت‌زدایی سایر کانسنگ‌ها نیست ولی با وجود این، از نتایج حاصل در این زمینه می‌توان به عنوان راهنما استفاده کرد. ب - گوگرد آلی به صورت ترکیبات حلقوی در ساختمان زغال سنگ وجود دارد، حدود ۸۸ تا ۰.۸ درصد گوگرد موجود در زغال را به خود اختصاص می‌دهد. این ترکیبات معمولاً از نوع تیوفین هستند ولی به شکل‌های دیگری نیز دیده می‌شوند و به وسیله پیوند شیمیایی با زغال در ارتباط‌اند. به همین دلیل، این نوع گوگرد را نمی‌توان به وسیله روش‌های معمول فرآوری و از آن جمله فلوتاسیون حذف کرد، جیاکون و همکاران، ۰۸۱۲). گوگرد آلی زغال را می‌توان با روش‌های دیگر از جمله لیچینگ و بیولیچینگ کاهش داد.

بازدارنده‌های کانی‌های سولفور

با توجه به سیستم‌های بسیار متنوعی که از ترکیب کانی‌های سولفور در طبیعت یافت می‌شود، تشریح روش‌های بازداشتن همه آن‌ها غیر ممکن بنظر می‌رسد، لیکن می‌توان اصول کلی آن را شرح داد. کانی‌های سولفور، پس از جذب کلکتورهای سولفیدریل با طول زنجیر کوتاه فلوته می‌گردند علت این امر بخشی در اثر عدم امکان تشکیل پیوندهای هیدروژن بین سطح ذرات و مولکول‌های آب است.

اکسیداسیون عمقی در سطح کانی‌های سولفور، آن‌ها را تبدیل به ترکیباتی اکسیده مانند: سولفات، تیوسولفات، هیدروکسید، اکسید و غیره می‌کند. در مورد بعضی کانی‌ها مثل پیریت، هیدروکسیسیسته سطح تنها ناشی از جذب فیزیکی دی گزنتون است. بنابراین با جلوگیری از این واکنش می‌توان این کانی‌ها را بازداشت کرد. همان‌طور که مشاهده شد، دی گزنتون در PH بیشتر از ۱۸/۵ پایدار نیست، بنابراین در چنین شرایطی پیریت بازداشت می‌شود.

برای حذف پیریت چندین روش پیشنهاد شده است. الف - شستشوی چند مرحله‌ای کنسانتره با رها کردن باطله و کنسانتره در مراحل مختلف ب - فلوتاسیون مستقیم زغال و بازداشت پیریت در این روش، با کمک کلکتورها و مواد شیمیایی مختلف زغال سنگ، شناور و پیریت همراه باطله رسوب داده می‌شود.

ج - فلوتاسیون غیر مستقیم پیریت و بازداشت زغال این روش عکس روش فلوتاسیون

مستقیم زغال سنگ است.

د - فلوتاسیون شاخه‌ای (شاخه درختی) از دیگر روش‌های کاهش گوگرد و خاکستر، فلوتاسیون شاخه‌ای و رها کردن باطله است. در آزمایشگاه تحقیقاتی، زغال سنگ مورد تجزیه قرار گرفته و موارد زیر اندازه‌گیری می‌شوند:

۱. انواع گوگرد (کل - پیریتی - آلی - سولفاتی) (۰ - میزان خاکستر ۸. عدد کک ۲ - درصد باز یافت زغال سنگ).

اندازه‌گیری هر یک از موارد فوق بر اساس دستورات ASTM انجام شده است. با اندازه‌گیری کمیت‌های فوق برای زغال خوراک و مقایسه آن با موارد آزمایش شده، درصد کاهش انواع گوگرد و خاکستر حاصل می‌شود.

تاثیر مقدار کلکتور و مقدار کف کننده و دور موتور و درصد پالپ و زمان ماند از متغیرهای بررسی شده در زمینه کاهش گوگرد زغال سنگ در روش فلوتاسیون بوده است. به منظور افزایش تماس بین ذرات زغال و حباب هوا، از کلکتور و یا کمک کلکتور استفاده می‌شود. با وجودی که زغال داتا خواص آبرانی دارد ولی به دلیل پوشش دهی نقاط آبگیر در سطح زغال، باید از این مواد استفاده شود. در عین حال باید از کلکتوری استفاده کرد که نسبت به جذب در سطح زغال خاصیت انتخابی داشته باشد و نسبت به سطح مواد دیگر (ذرات آبگیر) بی‌اثر باشد. در فلوتاسیون زغال معمولاً از روغن‌های غیریونیک و یا نفت سفید به عنوان کلکتور و یا کمک کلکتور استفاده می‌شود. در این تحقیق کلکتور انتخاب شده در آزمایشات فلوتاسیون، نفت سفید است. این کلکتور با مقادیر مختلف به پالپ افزوده گشته و اثر افزودن آن‌ها بر کاهش خاکستر و گوگرد بررسی شده است. در جدول ۱ نتایج حاصل از استفاده از این نوع کلکتور با مقادیر مختلف در سیستم فلوتاسیون آورده شده است. همچنین نمودار ۱ نقش این کلکتور را در کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ طیس نشان می‌دهد. برای بررسی اثر کلکتور، این سری آزمایشات در ۵ لیتر پالپ ۵٪ زغال و دور ۱۰۵۸ دور بر دقیقه همزن، با حضور ۵۸ گرم بر تن کف ساز (روغن کاج) و در غیاب بازداشت کننده پیریت صورت گرفته است. (درصد کاهش گوگرد و خاکستر و درصد باز یافت روش فلوتاسیون با توجه به روابط موجود در ضمیمه محاسبه گشته است.

با افزایش مقدار کلکتور، اثر آبرانی ذرات زغال سنگ افزایش یافته و به سرعت از ذرات باطله جدا شده و شناور می‌شود و باطله نیز که حاوی ذرات پیریت می‌باشد نیز رسوب می‌کند. روند تغییرات این نتایج در مقایسه با نتایج آزمایشگاهی همین فرآیند که در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شده، احسانی و همکاران، ۱۸۰۸. تقریباً در مورد کاهش گوگرد یکسان بوده ولی در مورد کاهش خاکستر، روش نیمه صنعتی نتایج

بهتری داشته و این نشان دهنده این است که روش فلوتاسیون در مقیاس بزرگتر، روی خاکستر زغال سنگ تاثیر قابل توجهی دارد. در فلوتاسیون زغال می توان از مخلوط کلکتور و کف ساز و یا دو کف ساز استفاده کرد. الکل ها با طول زنجیر هیدروکربن خواص کلکتوری ندارند. مصرف این مواد ۲۵ تا ۴۰۵ g/ton است. روغن کاج نیز به طور عمده از الکل های ترپینیل تشکیل می شود. از آنجا که روغن کاج تا حدودی خواص کلکتوری دارد و ممکن است در سطح زغال جذب شود، مطالعات آزمایشگاهی نشان می دهد که دست کم ۷ میلی گرم در لیتر روغن کاج در آب خالص سرعت بالابری حباب هوا را نسبت به سرعت حباب در آب خالص به $\frac{1}{3}$ کاهش می دهد. از آنجا که روغن کاج اثر لکتوری نیز دارد مصرف کف ساز از این حد هم باید بیشتر باشد و چنگ و همکاران، ۲۰۸۱۸. (کف ساز روغن کاج در سه مقدار ۵۸، ۱۸۸ و ۰۸۸ گرم بر تن زغال در فلوتاسیون زغال سنگ طیس استفاده گشته و نتایج حاصل از درصد بازیافت محصول و گوگرد بدست آمده در جدول ۸ آورده شده اند. افزایش مقدار کف ساز از ۵۸ گرم بر تن زغال تا ۰۸۸ گرم بر تن درصد کاهش گوگرد زغال محصول را پائین می آورد. با افزایش مقدار کف ساز روغن کاج، درصد کاهش خاکستر محصول نیز پائین می آید. افزایش بیش از حد روغن کاج باعث ایجاد لایه ای از کف شده که از کف سلول فلوتاسیون به سمت بالا حرکت می کند که این لایه مقداری از مواد باطله که شامل ذرات پیریت نیز می باشد را همراه ذرات زغال سنگ شناور می سازد. که این امر باعث افزایش درصد بازیافت محصول و افزایش خاکستر گوگرد در زغال محصول می شود. در مقیاس آزمایشگاهی، کاهش خاکستر بین ۰۵% تا ۲۸% بوده و کاهش گوگرد بین ۱۰% تا ۰۰% بوده است. افزایش مقدار کف ساز، درصد بازیافت نسبت زغال سنگ شناور شده به زغال سنگ خوراک افزایش می دهد که مشابه نتایج حاصل شده در مقیاس آزمایشگاهی است. سرعت فلوتاسیون نه تنها تابعی از درجه زغال شدگی، بلکه به میزان مصرف کف ساز، غلظت کف ساز، ابعاد ذرات و نرخ هوادهی نیز وابسته است. با افزایش سرعت فلوتاسیون، هزینه های سرمایه گذاری برای سلول های فلوتاسیون نیز کاهش می یابد. این سرعت در پالپ های رقیق ثابت است ولی با افزایش درصد جامد بیش از ۱۸ درصد به طور ناگهانی کاهش می یابد. فلوتاسیون زغال در صنعت با غلظت ۱۸ تا ۱۰ درصد جامد صورت می گیرد و با افزایش درصد جامد مصرف کف ساز نیز افزایش می یابد. همچنین با توجه به اینکه مصرف کلکتور بر حسب گرم بر تن زغال است با افزایش درصد پالپ مصرف این ماده نیز به همان نسبت افزایش می یابد. شوبانا و همکاران، ۰۸۱۲.

مقدار کلکتور (g/t coal)	بازیافت (%)	گوگرد خوراک (%)	گوگرد کسانتره (%)	گوگرد باطله (%)	کاهش گوگرد (%)
۱۸۸	۲۱/۷۵	۰/۱۷۱	۱/۷۰۵	۰/۲۵۷	۰۸/۸۵
۱۰۵	۲۵/۵۲	۰/۱۱۰	۱/۰۰۱	۰/۲۸۸	۰۱/۵۸
۰۵۸	۵۸/۵۰	۰/۲۵۸	۱/۰۰۱	۰/۲۷۱	۰۸/۰۰
مقدار کلکتور (g/t coal)	بازیافت (%)	خاکستر خوراک (%)	خاکستر کسانتره (%)	خاکستر باطله (%)	کاهش خاکستر (%)
۱۸۸	۲۱/۷۵	۰/۱۰	۰/۲	۸۸/۱۸	۷۸/۰۲
۱۰۵	۲۵/۵۲	۰۰/۱۸	۵/۵	۸۸/۸۸	۷۸/۸۸
۰۵۸	۵۸/۵۰	۰۰/۵	۵/۵۸	۰۵/۰۸	۷۵/۵۵

جدول ۱- تاثیر مقدار کلکتور نفت سفید بر کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ

مقدار کلکتور (g/t coal)	بازیافت (%)	گوگرد خوراک (%)	گوگرد کسانتره (%)	گوگرد باطله (%)	کاهش گوگرد (%)
۵۸	۰۵/۸۱۷	۰/۵۸۰	۰/۸۸۷	۸/۵۰۷	۰۱/۲۷۷
۱۸۸	۰۰/۵۸۵	۰/۰۵۷	۰/۲۸۸	۸/۵۰۷	۱۰/۱۰۸
۱۰۵	۰۸/۸۰۱	۸/۸۸۰	۰/۲۸۸	۲/۱۷۲	۰۷/۵۰۰
۰۵۸	۰۸/۵۸۸	۸/۸۸۰	۰/۵۰۷	۸/۰۸۱	۰۸/۸۵۱
۵۸۸	۰۸/۲۷۱	۸/۸۰۰	۰/۲۰۵	۲/۱۱۵	۱۰/۰۲۲
مقدار کلکتور (g/t coal)	بازیافت (%)	خاکستر خوراک (%)	خاکستر کسانتره (%)	خاکستر باطله (%)	کاهش خاکستر (%)
۵۸	۰۵/۸۱۷	۰/۰	۲/۵	۱۲/۵	۲۰/۰۰۲
۱۸۸	۰۰/۵۸۵	۰/۵	۵/۰	۱۵/۱	۸۰/۰۰۸
۱۰۵	۰۸/۸۰۱	۰/۵	۵/۱	۰۱/۸	۲۸/۸
۰۵۸	۰۸/۵۸۸	۰/۵	۵/۸	۱۵/۵	۲۱/۱۷۷
۵۸۸	۰۸/۲۷۱	۰/۷	۵/۱	۰۸/۱	۲۱/۸۷۵

جدول ۵- تاثیر مقدار کلکتور نفت سفید بر کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ، احسانی و همکاران.

مقدار کف ساز (g/t coal)	بازیافت (%)	گوگرد خوراک (%)	گوگرد کسانتره (%)	گوگرد باطله (%)	کاهش گوگرد (%)
۵۸	۲۵/۵۲	۰/۱۱۰	۱/۰۰۱	۰/۲۸۸	۰۱/۵۸
۱۸۸	۷۰/۱۸	۰/۸۰	۰/۸۱۰	۰/۲۲۲	۱۵/۵۰
۰۸۸	۰۷/۸۱	۰/۸۰۰	۰/۰۰۲	۰/۷۷۸	۲/۰۰
مقدار کلکتور (g/t coal)	بازیافت (%)	خاکستر خوراک (%)	خاکستر کسانتره (%)	خاکستر باطله (%)	کاهش خاکستر (%)
۵۸	۲۵/۵۲	۰۰/۱۸	۵/۵۸	۸۸/۸۸	۷۸/۸۸
۱۸۸	۷۰/۱۸	۰۰/۰۸	۵/۸۸	۲۸/۵۸	۰۸/۵۸
۰۸۸	۰۷/۸۱	۰۰/۲۸	۱۸/۰۸	۰۰/۰۸	۸۵/۰۰

جدول ۳- تاثیر مقدار کف ساز روغن کاج بر کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ

افزایش درصد پالپ از ۵ تا ۱۵ درصد، مقدار گوگرد موجود در زغال محصول نیز بالا رفته در نتیجه درصد کاهش گوگرد پایین می آید. در جدول ۲ نتایج کاهش خاکستر زغال محصول با تغییر درصد پالپ داده است. با افزایش درصد پالپ مقدار بازیافت زغال افزایش می یابد که این افزایش خطی بوده است. برای بررسی فاصله زمانی بین اضافه کردن کلکتور و کف کننده در محلول فلوتاسیون به عنوان یک متغیر و نقش آن در کاهش گوگرد، دو آزمایش صورت گرفته که در آنها مقدار کلکتور ۱۰۵ گرم بر تن زغال، کف ساز روغن کاج ۵۸ گرم تن استفاده شده و بدون حضور بازداشت کننده و با سرعت ۱۰۵۸ دور بر دقیقه این آزمایشات انجام شده اند.

برای در نظر گرفتن درصد پالپ به عنوان یک متغیر و نقش آن در کاهش گوگرد، آزمایشاتی در سه درصد پالپ مختلف صورت گرفته که در آنها مقدار کلکتور ۱۰۵ گرم بر تن زغال، کف ساز روغن کاج ۵۸ گرم تن استفاده شده و بدون حضور بازداشت کننده و با سرعت ۱۰۵۸ دور بر دقیقه این آزمایشات انجام شده اند. نتایج تغییر درصد پالپ و تاثیر آن بر کاهش گوگرد در جدول ۲ و آورده شده است. با

درصد پالپ	باز یافت (%)	گوگرد خوراک (%)	گوگرد کنسانتره (%)	گوگرد باطله (%)	کاهش گوگرد (%)
۵	۲۵/۵۲	۰/۱۱۰	۱/۰۰۱	۰/۲۸۸	۰۱/۵۸
۱۸	۰۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۱۸	۰/۰۵۱	۱۰/۸۸
۱۵	۰۵/۷۵	۰/۰۲	۰/۸۷۲	۰/۲۸۵	۷/۲۸
درصد پالپ	باز یافت (%)	خاکستر خوراک (%)	خاکستر کنسانتره (%)	خاکستر باطله (%)	کاهش خاکستر (%)
۵	۲۵/۵۲	۰۰/۱۸	۵/۵۸	۸۸/۸۸	۷۸/۸۸
۱۸	۰۰/۱۸	۰/۱۲۸	۱۸	۸۵/۰۸	۵۸/۰۷
۱۵	۰۵/۷۵	۰۰/۸۸	۱۱/۸۸	۰۵/۵۸	۲۵/۸۰

جدول ۴- تاثیر درصد پالپ بر کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ طبس

فاصله زمانی (min)	باز یافت (%)	گوگرد خوراک (%)	گوگرد کنسانتره (%)	گوگرد باطله (%)	کاهش گوگرد (%)
۸	۲۱/۷۵	۰/۰۵۵	۱/۵۸۵	۰/۵۰۰	۱۵/۰۷
۵	۲۵/۵۲	۰/۱۱۰	۱/۰۰۱	۰/۲۸۸	۰۱/۵۸
فاصله زمانی (min)	باز یافت (%)	خاکستر خوراک (%)	خاکستر کنسانتره (%)	خاکستر باطله (%)	کاهش خاکستر (%)
۸	۲۱/۷۵	۰/۱۵۸	۰/۵۸	۰۰/۰۸	۰۵/۷۰
۵	۲۵/۵۲	۰۰/۱۸	۵/۵۸	۸۸/۸۸	۷۸/۸۸

جدول ۲- تاثیر فاصله زمانی بر کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ طبس

افزایش می‌یابد. بیشترین تاثیر کلکتور نفت سفید روی کاهش میزان خاکستر است تا حذف گوگرد. به طوری که با $0.58 \text{ g/}^{t_{\text{coal}}}$ نفت سفید $75/55\%$ از خاکستر و 0.8% از گوگرد پیریتی را حذف می‌کند. افزایش کف کننده روغن کاج، با مقدار کاهش گوگرد و خاکستر رابطه معکوس و با درصد باز یافت رابطه مستقیم داشته به طوری که افزایش روغن کاج از $58 \text{ g/}^{t_{\text{coal}}}$ به $88 \text{ g/}^{t_{\text{coal}}}$ مقدار کاهش گوگرد از $1/58\%$ به $2/00\%$ و درصد باز یافت از $25/52\%$ به $85/00\%$ می‌رسد. افزایش درصد پالپ بر روی کاهش گوگرد و کاهش خاکستر اثر عکس داشته و درصد باز یافت را افزایش می‌دهد، به طوری که افزایش درصد پالپ از 5% به 15% ، مقدار کاهش گوگرد از $0.1/58\%$ به $78/88\%$ و مقدار کاهش خاکستر از $20/80\%$ به $25/52\%$ افزایش می‌یابد.

۱- احسانی، م. ر.، اقبالی بابایی، ف.، «کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ طبس به روش فلوتاسیون»، سمپوزیوم فولاد آلیاژی، یزد، ایران.
۵- رضایی، ب.، «۱۳۸۱ تکنولوژی زغالشویی»، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۷۸ ص.
۳- هاشمی، س. م.، شریفیان عطاری، ر.، «۱۳۹۲. زمین شناسی زغال سنگ ها»، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، ۱۰۵ ص.

نتایج کاهش گوگرد و خاکستر در جدول ۵ آورده شده است. همان‌طور که از نتایج پیداست، افزایش فاصله زمانی به مدت ۵ دقیقه در اضافه کردن کلکتور و کف‌ساز به مخلوط فلوتاسیون، نسبت به حالتی که هر دو همزمان ریخته شود، تاثیر مستقیمی روی حذف گوگرد و خاکستر زغال سنگ دارد. زیرا با افزایش این زمان، کلکتور بهتر روی سطح زغال سنگ تاثیر گذاشته و نقاط آبگیر موجود در سطح زغال سنگ را بهتر پوشش داده و دادن همین زمان ماند به کف کننده روغن کاج که تا حدودی خاصیت کلکتوری نیز دارد، باعث بهبود این امر گشته و ذرات زغال سنگ را آبگریزتر می‌کند که باعث افزایش درصد باز یافت نیز شده است.

از مطالعه شکل‌ها و جداول مربوط به روش فلوتاسیون می‌توان گفت که تاثیر این روش بر گوگردزدایی زغال بیشترین مقدار خاکستر زدایی 75% بوده است. در روش فلوتاسیون سه متغیر کاهش گوگرد پیریتی زغال سنگ، کاهش خاکستر زغال سنگ و مقدار باز یافت زغال سنگ، طوری روی هم تاثیر گذارند که تغییر شرایط آزمایش برای افزایش یک متغیر، باعث کم شدن یک یا دو متغیر دیگر می‌شود. با توجه به نتایج آزمایشات، مقادیر بهینه متغیرهای مورد آزمایش به شرح زیر می‌باشد:

- مقدار کلکتور نفت سفید: $0.58 \text{ g/}^t \text{ Coal}$
- مقدار کف کننده روغن کاج: $58 \text{ g/}^t \text{ Coal}$
- درصد پالپ: 5% - دور همزن: 1058 rpm

از لحاظ اقتصادی، روش فلوتاسیون به تنهایی نمی‌تواند در زمینه گوگردزدایی زغال سنگ روش مقرون به صرفه‌ای باشد، ببنوی و همکاران، ۸۱۲ مگر اینکه از این روش به صورت چند مرحله‌ای و به عنوان یک پیش تصفیه زغال سنگ برای یکی از دو روش گوگردزدایی شیمیایی یا بیولوژیکی استفاده گردد، گون سالوش و همکاران، ۸۱۱).

جدول ۴- تاثیر درصد پالپ بر کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ طبس
جدول ۲- تاثیر فاصله زمانی بر کاهش گوگرد و خاکستر زغال سنگ طبس

سپاسگزاری

از آقای دکتر محمد ناظمی، ریاست سازمان نظام مهندسی معدن شهرستان طبس، و آقای مهندس محمد نجفی، مدیر امور سطحی معدن شرکت معدنچو، که در انجام آزمایش‌های لازم و ارائه اطلاعات علمی کمک نمودند تقدیر و تشکر می‌گردد.

نتیجه گیری

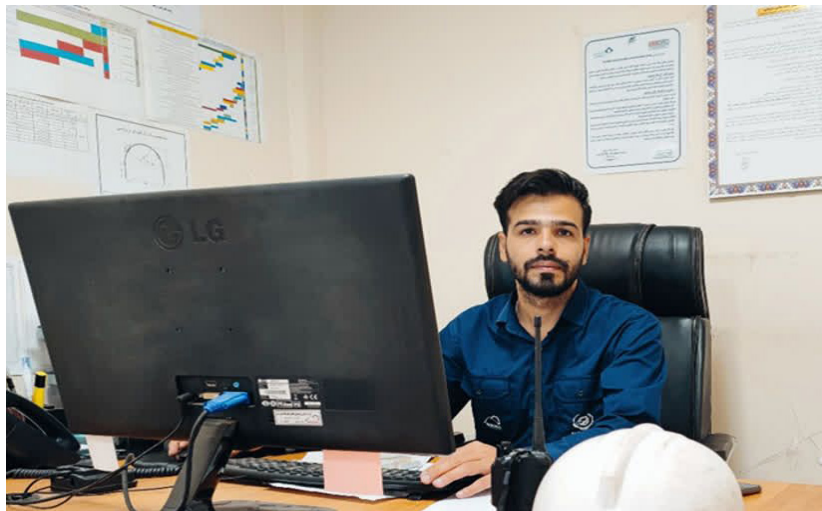
زغال سنگ طبس از زغال‌های پر گوگرد ایران توسط روش فیزیکی مورد آزمایشات گوگردزدایی قرار گرفته است.

بدین منظور از فلوتاسیون به عنوان روش معمول فیزیکی در کاهش میزان گوگرد زغال سنگ استفاده شده است. با افزایش مقدار کلکتور نفت سفید، مقدار باز یافت و میزان کاهش گوگرد پیریتی با یک روند آرام



طراحی پایه‌های هیدرولیکی

به منظور نگهداری سقف
کارگاه‌های استخراج جبهه
کار طولانی سنتی
با استفاده از مدل‌سازی
عددی - مطالعه موردی
معدن زغالسنگ
شماره ۵ ممرادکو



صادق کرمی

رئیس بخش مهندسی معدن
مجمع زغال سنگ طبس

چکیده

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تقاضا برای زغال‌سنگ در سال‌های آینده افزایش خواهد یافت و از این رو حجم چوب‌های مصرفی (جهت نگهداری کارگاه‌ها) در معادن نیز افزایش می‌یابد. به همین دلیل شرکت‌های معدنی در حال حاضر مشکلاتی در زمینه تامین چوب دارند. چوب‌های مناطق نزدیک به معادن نیز در حال اتمام بوده و یا قوانین زیست‌محیطی مربوطه از ورود چوب به معادن جلوگیری به‌عمل خواهد آورد. در معادن نیمه مکانیزه به ازای هرتن زغال استخراجی حدود ۳۵ کیلوگرم چوب مصرف می‌شود و اگر تولید روزانه هر کارگاه استخراج برابر ۲۵۰ تن باشد مصرف چوب آن ۸,۷۵ تن خواهد بود. در همین راستا در جهت توسعه معادن و جهش تولید زغال‌سنگ، استخراج به روش نیمه مکانیزه در برنامه تولید شرکت‌ها قرار گرفته است که برای نگهداری سقف کارگاه استخراج به جای استفاده از چوب از پایه‌های هیدرولیکی (پراپ هیدرولیکی) استفاده شود. پراپ‌های هیدرولیکی از یک سیلندر که داخل آن پیستون قرار گرفته است، تشکیل شده است که با حرکت پیستون داخل سیلندر طول‌های مختلفی برای پایه حاصل می‌شود. باز و بسته شدن دریچه باعث جابجایی سیال بین قطعات داخلی و خارجی، پایین آمدن و توقف پایه متناسب با بار وارده از سقف می‌شود. این دریچه طوری تنظیم شده است که پایه تحت بارهای مختلف می‌تواند ثابت بماند. هدف اصلی این تحقیق، طراحی پراپ‌های هیدرولیکی به منظور نگهداری سقف کارگاه استخراج جبهه کار طولانی معدن زغالسنگ شماره ۵ ممرادکو می‌باشد. ابزار مورد نیاز مورد استفاده در این تحقیق نرم افزار FLAC^{3D} می‌باشد. برای این منظور سناریوهای مختلف از پراپ‌های هیدرولیکی ۱۲۵ و ۱۶۷ کیلونیوتنی مدل‌سازی شده

است. در مجموع در مدل‌سازی سه بعدی ۱۲ سناریو و در مدل‌سازی دو بعدی ۷ سناریو با در نظر گرفتن ضریب ایمنی ۲ (ضریب ایمنی ۲ همان ظرفیت پراپ ۱۲۵ می‌باشد) لحاظ شده است. نتایج مدل‌سازی عددی نشان داد که هرچه از پراپ‌های هیدرولیکی با ظرفیت بالاتر و با چگالی (تعداد پراپ در یک متر مربع) بیشتر استفاده شود، جابجایی سقف کمتر می‌شود ولی هزینه‌ها افزایش می‌یابد. در نهایت بررسی‌های انجام شده از میزان جابجایی‌های صورت گرفته سناریوی ۱۰ با آرایش ۱,۵ متر و استفاده از پراپ ۱۶۷ kN مناسب‌ترین گزینه برای معدن پیشنهاد گردید.

معرفی نرم‌افزار FLAC^{3D}

نرم افزار سه بعدی FLAC^{3D} بر مبنای روش

عددی تفاضل محدود، برای انجام محاسبات و تحلیل‌های مهندسی ژئوتکنیک ایجاد شده است. قابلیت‌های این نرم‌افزار در حالت سه بعدی نسبت به حالت دو بعدی افزایش یافته و رفتار سه بعدی سازه خاکی، سنگی یا سایر مواد با جریان پلاستیک در هنگام رسیدن به حد تسلیم را شبیه‌سازی می‌کند. مواد به تعدادی المان‌های چندوجهی در داخل شبکه سه بعدی تقسیم می‌شوند که توسط کاربر برای تطابق با مسئله مورد نظر تنظیم می‌شوند. محاسبات سه بعدی طولانی بدون نیاز به حافظه زیاد قابل انجام است زیرا در این شیوه ماتریس سختی ساخته نمی‌شود. این شیوه FLAC^{3D} سه بعدی یک ابزار تحلیل ایده‌آل برای حل مسائل سه بعدی مهندسی ژئوتکنیک می‌باشد.

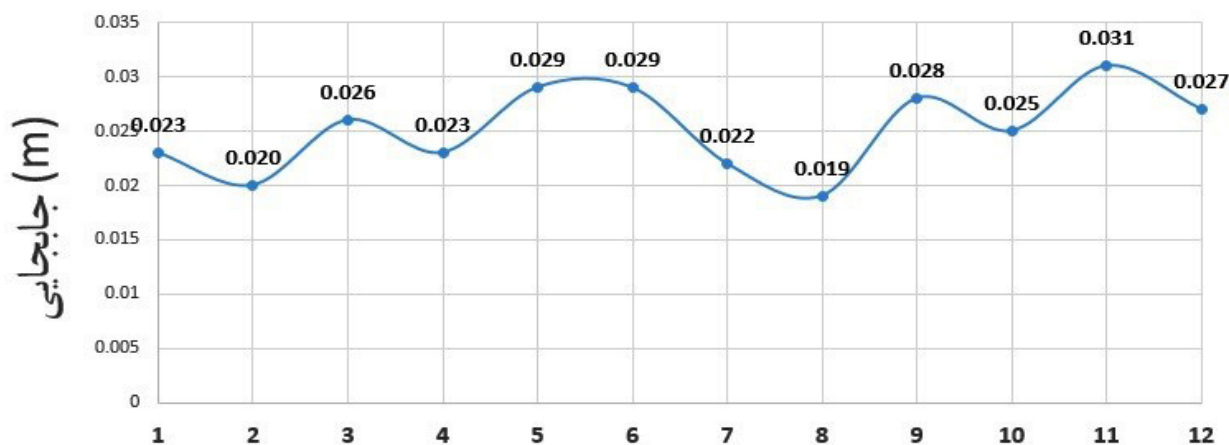
سناریو و نیروی پراپ	فاصله از سینه کار	۱ متر (m)	۲ متر (m)	۳ متر (m)	۴ متر (m)	۵ متر (m)
سناریوی ۱-۱۲۵kN	۰,۰۱۹	۰,۰۲۷	۰,۰۳۵	۰,۰۴۸	۰,۰۶۳	
سناریوی ۲-۱۶۷kN	۰,۰۱۶	۰,۰۲۲	۰,۰۲۸	۰,۰۳۸	۰,۰۵۱	
سناریوی ۳-۱۲۵kN	۰,۰۱۶	۰,۰۲۰	۰,۰۲۸	۰,۰۳۸	۰,۰۵۳	
سناریوی ۴-۱۶۷kN	۰,۰۱۴	۰,۰۱۷	۰,۰۲۲	۰,۰۳۰	۰,۰۴۳	
سناریوی ۵-۱۲۵kN	۰,۰۱۶	۰,۰۲۱	۰,۰۲۸	۰,۰۳۷	۰,۰۵۲	
سناریوی ۶-۱۶۷kN	۰,۰۱۴	۰,۰۱۷	۰,۰۲۲	۰,۰۲۹	۰,۰۴۲	
سناریوی ۷-۱۲۵kN	۰,۰۱۶	۰,۰۲۱	۰,۰۳۰	۰,۰۴۰	۰,۰۵۶	
سناریوی ۸-۱۶۷kN	۰,۰۱۴	۰,۰۱۷	۰,۰۲۴	۰,۰۳۳	۰,۰۴۶	
سناریوی ۹-۱۲۵kN	۰,۰۱۶	۰,۰۲۰	۰,۰۲۷	۰,۰۳۷	۰,۰۵۲	
سناریوی ۱۰-۱۶۷kN	۰,۰۱۴	۰,۰۱۷	۰,۰۲۲	۰,۰۲۹	۰,۰۴۲	
سناریوی ۱۱-۱۲۵kN	۰,۰۱۴	۰,۰۱۷	۰,۰۲۳	۰,۰۳۱	۰,۰۴۶	
سناریوی ۱۲-۱۶۷kN	۰,۰۱۳	۰,۰۱۵	۰,۰۱۸	۰,۰۲۵	۰,۰۳۷	
سناریوی ۱۳-۱۲۵kN و ۱۶۷	۰,۰۱۶	۰,۰۲۳	۰,۰۲۸	۰,۰۳۹	۰,۰۵۲	

جدول: مقادیر جابجایی قائم رو به پایین سقف کارگاه در فواصل مختلف برای سناریوهای ۱ تا ۱۳ مدل دوبعدی

تعداد پراپ موردنیاز	۵ متر (m)	۴ متر (m)	۳ متر (m)	۲ متر (m)	۱ متر (m)	فاصله از سینه کار سناریو و نیروی پراپ
۴۰۲	۰,۰۷۸	۰,۰۶۰	۰,۰۴۵	۰,۰۳۴	۰,۰۲۳	سناریوی ۱-125kN_0.75m
۴۰۲	۰,۰۶۶	۰,۰۵۱	۰,۰۳۷	۰,۰۲۹	۰,۰۲۰	سناریوی ۲-167kN_0.75m
۳۰۰	۰,۰۹۱	۰,۰۷۱	۰,۰۵۲	۰,۰۴۰	۰,۰۲۶	سناریوی ۳-125kN_1m
۳۰۰	۰,۰۷۷	۰,۰۶۱	۰,۰۴۴	۰,۰۳۵	۰,۰۲۳	سناریوی ۴-167kN_1m
۲۴۰	۰,۱۰۵	۰,۰۸۱	۰,۰۵۹	۰,۰۴۵	۰,۰۲۹	سناریوی ۵-125kN_1.25m
۲۰۱	۰,۱۰۴	۰,۰۷۸	۰,۰۵۷	۰,۰۴۳	۰,۰۲۹	سناریوی ۶-167kN_1.5m
۴۰۰	۰,۰۷۸	۰,۰۵۸	۰,۰۴۴	۰,۰۳۲	۰,۰۲۲	سناریوی ۷-125kN_1m
۴۰۰	۰,۰۶۶	۰,۰۴۹	۰,۰۳۷	۰,۰۲۷	۰,۰۱۹	سناریوی ۸-167kN_1m
۲۶۸	۰,۱۰۷	۰,۰۷۷	۰,۰۵۷	۰,۰۴۱	۰,۰۲۸	سناریوی ۹-125kN_1.5m
۲۶۸	۰,۰۹۰	۰,۰۶۵	۰,۰۴۹	۰,۰۳۶	۰,۰۲۵	سناریوی ۱۰-167kN_1.5m
۲۰۰	۰,۱۳۱	۰,۰۹۵	۰,۰۶۹	۰,۰۴۸	۰,۰۳۱	سناریوی ۱۱-125kN_2m
۲۰۰	۰,۱۰۱	۰,۰۷۵	۰,۰۵۶	۰,۰۴۰	۰,۰۲۷	سناریوی ۱۲-167kN_2m

جدول: مقادیر جابجایی قائم رو به پایین سقف کارگاه در فواصل مختلف برای ۱۲ سناریو مدل سه بعدی

فاصله ۱ متری



شکل: نمودار سناریوهای مختلف با فاصله ۱ متری و مقدار جابجایی

۴ پراپ، قوی‌ترین سناریوی پیش‌بینی شده است. با توجه به اهمیت تعداد پراپ مورد نیاز و همچنین در نظر گرفتن ضریب ایمنی، بایستی بهینه‌ترین سناریو با رعایت جنبه‌های فنی، ایمنی و اقتصادی انتخاب شود. پیشنهاد می‌شود سناریوی ۱۰ (۱۶۷kN-۱,۵) فاصله عرضی ۱/۵ متر و فاصله طولی ۱/۳۳ متر) با توجه به در نظر گرفتن تمامی ابعاد فنی و اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد.

شکل: نمودار سناریوهای مختلف با فاصله ۱ متری و مقدار جابجایی
با مشاهده نتایج در جدول صفحه بعد می‌توان دریافت که از بعد جابجایی سقف کارگاه، سناریوی ۱۱ با استفاده از ۴ پراپ با ظرفیت ۱۲۵ کیلو نیوتنی ضعیف‌ترین سناریوی در نظر گرفته شده است که بطور کلی نیازمند ۲۰۰ پراپ هیدرولیکی برای کل کارگاه می‌باشد. در حالی که سناریوی ۸ با

آرایش پراپ هیدرولیکی در مدل دوبعدی

جدول: مقادیر جابجایی قائم رو به پایین سقف کارگاه در فواصل مختلف برای سناریوهای ۱ تا ۱۲ مدل دوبعدی

آرایش پراپ هیدرولیکی در مدل سه بعدی

جدول: مقادیر جابجایی قائم رو به پایین سقف کارگاه در فواصل مختلف برای ۱۲ سناریو مدل سه بعدی



اثر عناصر موجود در خاکستر زغال سنگ معدن ممرادکو بر شاخص واکنش پذیری کک متالورژی تولیدی

صادق آبداری
رئیس کنترل و بازرسی و آزمایشگاهها
مجتمع زغال سنگ طبس

XRF
بازیسته
زغال سنگ ممرادکو

مقدمه

در تجارت بین المللی زغال سنگ کک شو با پارامترهای پلاستومتری، درصد خاکستر، درصد رطوبت، درصد گوگرد درصد مواد فرار و دانه بندی آن مورد ارزیابی قرار می گیرد. تکنولوژی های به کار رفته در صنعت زغال شویی در جهت کاهش مواد ناخالصی زغال سنگ تولیدی معادن بوده تا در نهایت بتوان کک متالورژی با کیفیت تر تولید نمود. خواص زغال سنگ مورد استفاده تعیین کننده خواص کک تولیدی هستند. مواد غیر آلی زغال سنگ در کک به صورت خاکستر باقی می ماند و تاثیراتی بر عملکرد کوره بلند می گذارند. وجود خاکستر و عناصر موجود آن در کک، سبب افزایش مصرف این ماده و سنگ آهن در کوره بلند و کاهش راندمان تولید باطری های کک سازی می شود. وجود برخی عناصر در خاکستر کک مانند فلزات قلیایی، قلیایی خاکی، اکسیدهای آهن و آلومینیم بر شاخص واکنش پذیری کک اثر می گذارد. مطالعاتی بر تاثیر عناصر موجود در خاکستر در دنیا انجام شده است. تد و همکاران اثر بازیسته خاکستر بر واکنش پذیری را بر روی زغال معدن دوفاسکو بررسی نموده اند [۱]. بر اساس نتایج ایشان با افزایش فلزات قلیایی و ترکیبات اکسیدهای آهن میزان در خاکستر زغال سنگ، بازیسته و به دنبال آن واکنش پذیری کک افزایش می یابد.

پارامترهای کیفی زغال سنگ و عناصر تشکیل دهنده زغال سنگ

ایران یکی از واردکنندگان زغال سنگ از کشورهای چین، استرالیا و ... در جهت تامین نیازهای کارخانه ذوب آهن اصفهان،

چکیده

یکی از مهم ترین مصارف کک متالورژی که از زغال سنگ کک شو تولید می شود، استفاده در کوره بلند به عنوان عامل احیا و تامین انرژی کوره بلند می باشد. از جمله مهم ترین شاخص ها برای کک متالورژی قابل استفاده در کوره بلند، شاخص واکنش پذیری و مقاومت بعد از واکنش می باشد. شاخص واکنش پذیری به عوامل بسیاری نظیر، شاخص های کیفی زغال سنگ، دما و مدت زمان پخت، تکنولوژی مورد استفاده، دانسیته بالک زغال سنگ، خنک سازی کک و ... بستگی دارد. در مبحث شاخص های کیفی زغال سنگ عواملی نظیر درصد خاکستر، آنالیز عنصری خاکستر، گوگرد، مواد فرار، پلاستومتری، سیالیت و ... نقش اساسی دارند.

در این مقاله سعی شده است تاثیر آنالیز عنصری خاکستر زغال سنگ معدن ممرادکو بر روی شاخص واکنش پذیری کک تولیدی آن بررسی شود. بر اساس آزمایشات مشاهده شد هر چه خاکستر زغال سنگ ممرادکو به ۱۲ درصد نزدیک تر میشود نسبت ترکیبات SiO_2 و Al_2O_3 به فلزات قلیایی و قلیایی خاکی و همچنین Fe_2O_3 کاهش یافته و در نتیجه بازیسته آن نیز کاهش می یابد. کاهش بازیسته کاهش واکنش پذیری را به همراه دارد.

(کک متالورژی، واکنش پذیری، XRF، بازیسته، زغال سنگ ممرادکو)

کلمات کلیدی

کک متالورژی
واکنش پذیری

فولادسازی زرن کرمان و دیگر کارخانجات فروآلیاژی می باشد. یکی از کاربردهای زغال سنگ استفاده در صنعت کک سازی و در نهایت صنایع متالورژی است که در آن پارامترهای همچون کک شوندگی، تورم، میزان و نوع آنالیز عنصری خاکستر، گوگرد، فسفر، کربن، مواد فرار و ... از پارامترهای قابل توجه می باشند.

همچنین آزمایشات مختلف فیزیکی، شیمیایی، شیمی فیزیک و مکانیک به منظور دستیابی به اهداف یاد شده بر روی نمونه های معرف انجام می گیرد که در پژوهش به آن پرداخته شده است.

زغال سنگ ممرادکو

معادن پروده طبس در ۱۰۰ کیلومتری جنوب شرقی طبس قرار دارد. منطقه مورد مطالعه به لحاظ جایگاه زمین شناسی ساختمانی در زون ایران مرکزی واقع شده است. حوضه زغال دار طبس در ایران مرکزی که وسیع ترین محدوده رسوبات یاد شده به شمار می رود، معادن پروده خود به بخش های پروده ۱ تا ۴ و شرقی تقسیم می شود. در این پژوهش به مطالعه محدوده های زغال سنگ بلوک های ۲ و ۳ پروده شرقی با مساحت ۱۱۱۰۰ هکتار یکی از مناطق پنجگانه زغالدار (پروده ۱۰، ۳، ۲، ۴ و شرقی) واقع در ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان طبس واقع شده است می پردازیم. لایه های زغالی قابل کار در این منطقه شامل B، ۲B، C۱ است. که اصلی ترین لایه قابل کار لایه C۱ می باشد. - معدن ۵ یکی از زون های شش گانه از بلوک ۳ پروده شرقی طبس می باشد که براساس مدارک و اطلاعات موجود، ذخیره های نزدیک یک میلیون تن زغال سنگ در لایه C۱ را شامل می گردد. به منظور بررسی ترکیب کانی شناسی و ژئوشیمیایی

زغال سنگ، خاکستر این زغال سنگ ها توسط دستگاه XRF و XRD تجزیه شدند.

زغالشویی ممرادکو و بررسی پارامترهای کیفی کنسانتره زغال سنگ ممرادکو

کارخانه زغالشویی ممرادکو طیس در محدوده زغال خیز طیس واقع شده است که هدف اصلی آن تامین مواد اولیه کوره بلند فولاد زرد ایرانیان می باشد. فرآیند اصلی کارخانه برای تولید کنسانتره زغال سنگ کک شو با تکنولوژی جدایش ثقلی با استفاده از سیکلون واسطه سنگین برای جداسازی ذرات زغال سنگ با دانه بندی ۰٫۵ تا ۳۷٫۵ میلی متر و همچنین سلول های فلو تاسیون مکانیکی دو مرحله ای، رافر و کلینر برای ذرات کوچک تر از ۰٫۵ میلی متر است و کنسانتره زغال سنگ با خاکستر ۹ تا ۱۱ درصد تولید می کند. مواد خام ورودی از معادن زیر مجموعه خود از بلوک های ۲ و ۳ پروده شرقی تامین می شود. در این پژوهش به بررسی تاثیر عناصر موجود در کنسانتره تولیدی زغالشویی از زغال سنگ معدن ۵ یکی از زون های شش گانه بلوک ۳ پروده شرقی منطقه زغالی پروده طیس بر روی شاخص واکنش پذیری کک تولیدی حاصل از این زغال سنگ پرداخته شده است. محصول تولیدی زغالشویی ممرادکو طیس از زغال سنگ معدن ۵ ممرادکو به شرح جدول (۱) می باشد.

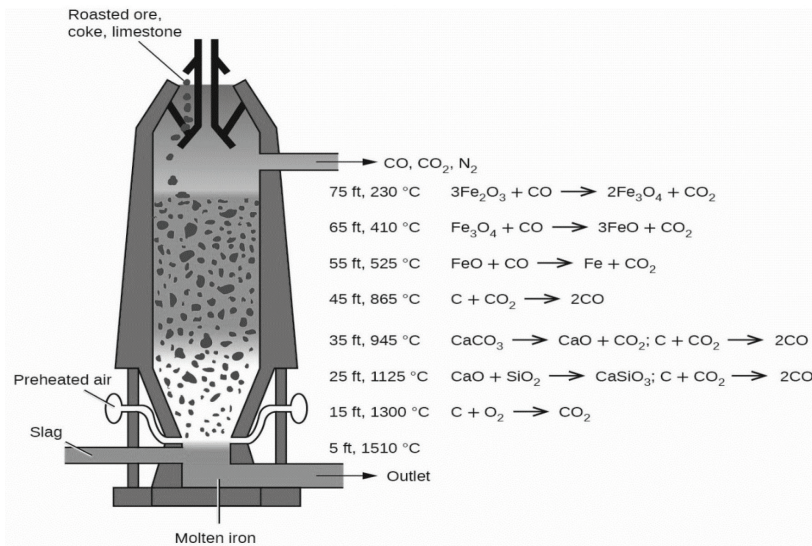
جدول ۱- آنالیز کیفی کنسانتره زغال سنگ تولیدی در کارخانه زغالشویی ممرادکو

عدد	کربن ثابت	پلاستومتری	گوگرد	مواد فرار	خاکستر	رطوبت
نورم	%	mm	%	%	%	%
۹٫۵-۸	۶۸-۶۲	۲۰-۱۸	۲-۱٫۷	۲۵-۲۲	۱۱٫۵-۹٫۵	۱۱-۹

کک کاربرد و پارامترهای کیفی آن

مخلوط زغال سنگ کک شو که از زغال سنگ با درجات کیفی متفاوت با دانه بندی زیر ۳ میلی متر می باشد، شارژ کوره های کک سازی می شود. کک متالورژی پس از تکمیل فرآیند پخت و کربونازیسون در کوره هایی با دمای بالای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس از کوره خارج شده و پس از خنک سازی جهت مصرف در کوره بلند دانه بندی می گردد. علت استفاده از کک متالورژی در کوره بلند نخست تامین گاز احیا جهت احیای سنگ آهن و دوم تامین انرژی کوره بلند و ایجاد دمای ۱۱۰۰ درجه سلسیوس می باشد. شکل شماره ۱ زنجیره های واکنش کک در طول کوره بلند و احیای سنگ آهن را نشان می دهد. شکل ۱- زنجیره واکنش احیای سنگ آهن در حضور کک متالورژی [۳]

همان طور که از زنجیره واکنش ها مشخص است، کک در اثر سوختن، تولید گاز کربن دی اکسید می کند. گاز کربن دی اکسید تولید شده در لایه های میانی کوره بلند با کک وارد واکنش می شود. از واکنش کک با کربن دی اکسید، مونوکسید کربن به عنوان عامل گاز احیا تولید می شود. واکنش کک با



زغال سنگ مورد استفاده در تولید کک است. عواملی نظیر مقدار و آنالیز خاکستر زغال سنگ، گوگرد، سیالیت و ... در تعیین شاخص CRI بسیار مهم و تاثیر گذار می باشند. در مقاله پیش رو کنسانتره زغال سنگ معدن ممرادکو در کیفیت های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و شاخص CRI و CSR آن اندازه گیری شده است. برای این منظور نخست کنسانتره زغال سنگ معدن ممرادکو با درجات خاکستر مختلف آماده سازی شده و پس از پخت در کوره های کک سازی شاخص CRI و CSR آن ها اندازه گیری شده است.

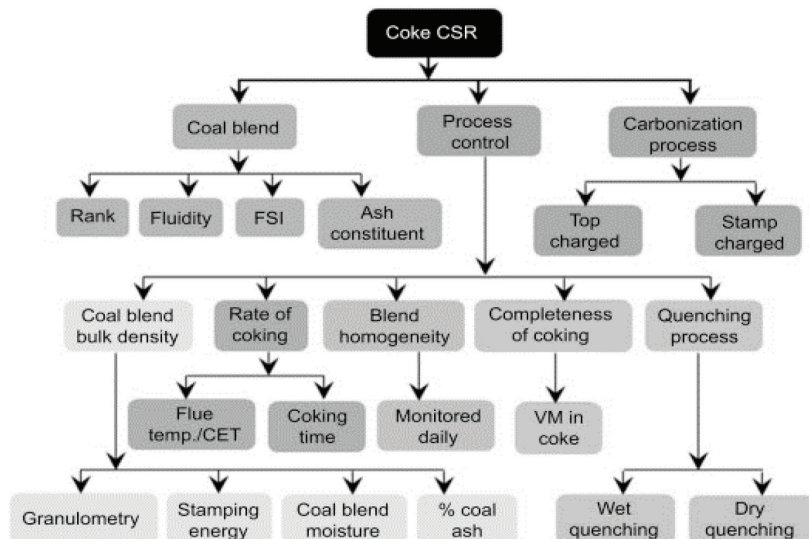
آنالیز عنصری خاکستر زغال سنگ:

همانطور که پیش تر مطرح شد یکی از پارامترهای مهم و تاثیر گذار بر شاخص CRI و CSR میزان خاکستر و عناصر تشکیل دهنده خاکستر می باشد. خاکستر کک نیز تماماً ناشی از خاکستر زغال سنگ بوده که در فرآیند کربونازیسون، نیز تغلیظ می شود. برای اندازه گیری عناصر تشکیل دهنده خاکستر زغال سنگ، ابتدا مقدار لازم از خاکستر زغال سنگ در اثر سوختن نمونه در داخل کوره با دمای ۸۵۰ درجه تهیه و

کربن دی اکسید اگرچه عامل گاز احیا را تولید می کند، اما واکنش پذیری بیشتر از مقدار استاندارد، هم مصرف کک را افزایش داده و هم باعث کاهش استحکام آن در کوره بلند می شود. به همین منظور واکنش پذیری کک با گاز کربن دی اکسید عامل بسیار مهمی بر عملکرد کک در کوره بلند محسوب می شود و از جهات مختلف، آن را مورد ارزیابی قرار می دهند.

جهت بررسی کیفیت کک تولیدی بر عملکرد کوره بلند شاخصی به نام های واکنش پذیری کک (Coke Reactivity) و مقاومت کک بعد از واکنش (Coke Strength after Reaction) تعریف شده است. عوامل بسیار زیادی بر روی واکنش پذیری کک اثر گذار است. شکل شماره ۲ به صورت شماتیک نشان دهنده مهم ترین عوامل تاثیر گذار بر روی شاخص واکنش پذیری (CRI) و مقاومت بعد از واکنش (CSR) است. شکل ۲- عوامل تاثیر گذار بر روی واکنش پذیری کک [۲]

یکی از مهم ترین عوامل تاثیر گذار بر روی شاخص CRI، شاخص های کیفی ترکیب



سپس با دستگاه XRF مورد اندازه گیری قرار می گیرند. عمده عناصر تشکیل دهنده خاکستر زغال سنگ ترکیباتی نظیر Al_2O_3 ، SiO_2 ، Fe_2O_3 ، فلزات قلیایی و قلیایی خاکی نظیر Na_2O ، K_2O ، MgO ، CaO و عناصر مضر نظیر گوگرد و فسفر می باشند. همچنین در خاکستر زغال سنگ فلزات نادر هم چون اکسید تیتانیوم به مقدار کم یافت می شود.

بازرسیته خاکستر:

به نسبت مجموع عناصر فلزات قلیایی و قلیایی خاکی و اکسید آهن به مجموع اکسید سیلیسوم و اکسید آلومنیوم، بازرسیته گفته میشود. [۱].

بر اساس پژوهش های بررسی شده هر چه میزان بازرسیته افزایش یابد، به دنبال آن واکنش پذیری (CRI) نیز افزایش می یابد [۱]. و عملکرد کک در کوره بلند نامطلوب خواهد شد. بدیهی است تغییرات در درصد خاکستر و همچنین تغییرات در آنالیز عنصری بر ضریب بازرسیته اثر مستقیم داشته و در نتیجه آن واکنش پذیری کک تحت تاثیر قرار خواهد گرفت.

روش تحقیق:

در این پژوهش زغال سنگ ممرادکو با درصد خاکستر ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ در آزمایشگاه شرکت زغال سنگ ممرادکو تولید و سپس آنالیز عنصری آن به روش XRF انجام و بازرسیته زغال ها با درجات مختلف خاکستر اندازه گیری شد. سپس زغال سنگ ها با درجات مختلف در کارخانه کک طبس به کک تبدیل و شاخص های CRI و CSR آنها اندازه گیری شد.

تهیه کنسانتره زغال سنگ از ۸ تا ۱۲ درصد خاکستر و تعیین پارامترهای کیفی و عناصر تشکیل دهنده:

با توجه به این که کنسانتره زغال سنگ، مصرفی در کک سازی محدوده دانه بندی ندارد و حتی در بعضی موارد با یک مرحله خردایش کنسانتره همراه است. لذا تهیه نمونه جهت انجام تمامی آنالیزها از محصول نهایی بدون هیچ گونه محدودیت دانه بندی انجام می شود. در ادامه به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نمونه کنسانتره زغال سنگ با روش غرق و شناور سازی، در آزمایشگاه زغال سنگ ممرادکو تولید و با کدهای ASH^{10} - ASH^9 - ASH^8 - ASH^{11} - ASH^{12} بسته بندی و جهت تولید کک، به شرکت کک طبس منتقل گردید. یک نمونه از هر زغال نیز جهت بررسی آنالیز عنصری XRF نیز آماده سازی و به آزمایشگاه مرجع ارسال شد.

محاسبات بازرسیته:

زغال سنگ با درجات خاکستر متفاوت در آزمایشگاه آماده سازی و سپس خاکستر آن تولید و برای آزمون XRF تهیه گردید. بعد از جمع آوری اطلاعات آزمایشگاهی با کمک فرمول زیر میزان بازرسیته هر نمونه را محاسبه شده است:

جدول شماره ۲- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۱۲ درصد

Ash	Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O
	%	40/057	25/952	2/648	11/095	2/962	2/066	0/047	0/915
12	Element	P	S	TiO ₂	B.I=0.298				
	%	0/041	0/24	0/441					

جدول شماره ۳- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۱۱ درصد

Ash	Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O
	%	39/819	24/537	3/687	13/724	3/113	2/829	0/067	1/061
11	Element	P	S	TiO ₂	B.I=0.38				
	%	0/018	1/51	0/376					

جدول شماره ۴- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۱۰ درصد

Ash	Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O
	%	39/036	24/498	4/036	14/217	3/077	2/917	0/066	1/302
10	Element	P	S	TiO ₂	B.I=0.4				
	%	0/023	0/991	0/385					

جدول شماره ۵- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۹ درصد

Ash	Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O
	%	38/213	24/24	3/687	15/598	3/563	2/557	0/068	1/31
9	Element	P	S	TiO ₂	B.I=0.42				
	%	0/024	0/954	0/379					

جدول شماره ۶- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۸ درصد

Ash	Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O
	%	35/894	23/126	4/164	14/68	2/861	2/648	0/066	1/832
8	Element	P	S	TiO ₂	B.I=0.44				
	%	0/024	1/29	0/386					

و محاسبه شده است. جداول ۲ تا ۶ ترکیب درصد تشکیل دهنده زغال سنگ به همراه اندیس بازرسیته را نشان می دهد.

$$\text{Basicity Index} = \frac{(CaO + Fe_2O_3 + K_2O + MgO + MnO + Na_2O)}{(Al_2O_3 + SiO_2)}$$

جدول شماره ۲- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۱۲ درصد

جدول شماره ۳- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۱۱ درصد

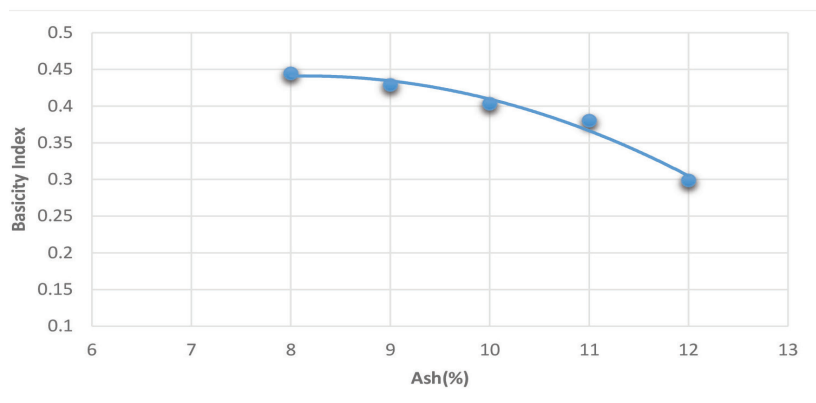
جدول شماره ۴- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۱۰ درصد

تهیه کک از محصول کنسانتره زغال سنگ ممرادکو و اندازه گیری پارامترهای CRI و CSR

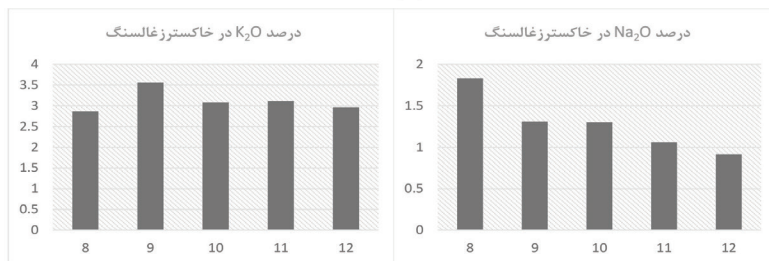
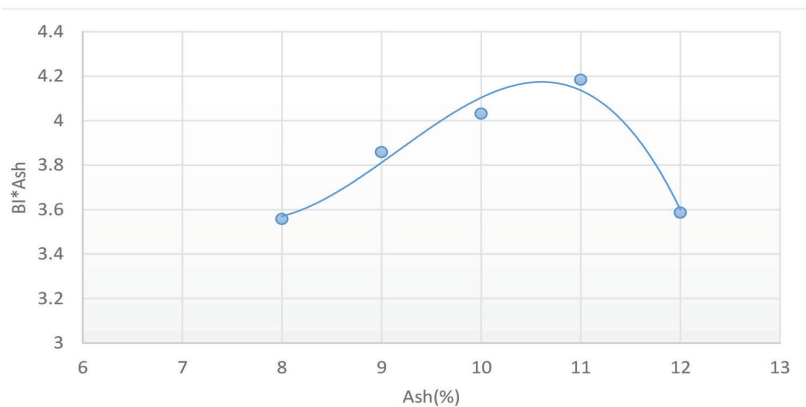
۱۰۰ کیلوگرم زغال سنگ با درجات مختلف خاکستر به صورت مجزا در کوره های کک سازی شارژ و پس از تکمیل عملیات پخت و خنک سازی و دانه بندی جهت اندازه گیری آزمون CRI و CSR آماده سازی شدند.

نتایج و بحث:

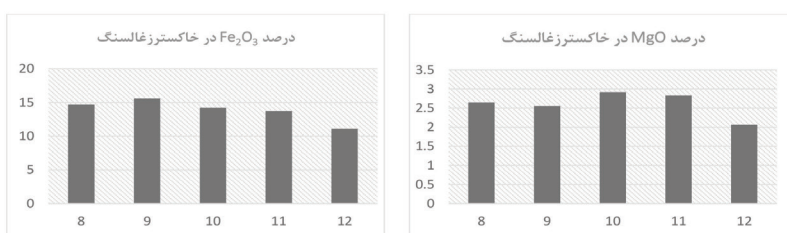
با استفاده از رابطه ۱ و آنالیزهای XRF انجام شده بر روی ۵ نمونه زغال سنگ کنسانتره آماده شده، عناصر تشکیل دهنده خاکستر و اندیس بازرسیته برای هر نمونه اندازه گیری



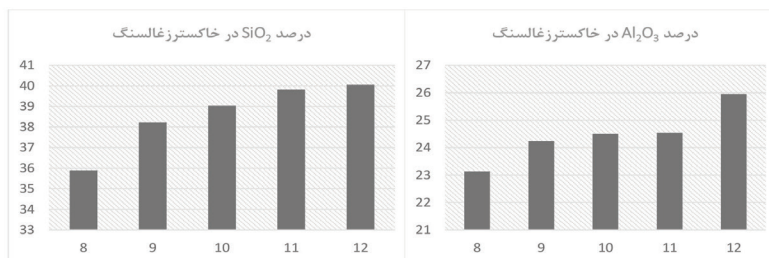
شکل ۳- رابطه بین بازرسیته و خاکستر در زغال سنگ ممرادکو



شکل ۵- درصد Na₂O و K₂O در زغالسنگ ممرادکو



شکل ۶- درصد Fe₂O₃ و MgO در زغالسنگ ممرادکو



شکل ۷- درصد Al₂O₃ و SiO₂ در زغالسنگ ممرادکو

جدول شماره ۷- CRI و CSR کک تولیدی از کنسانتره های زغالسنگ ممرادکو

Sample	CRI	CSR
ASH08	37/2	44/8
ASH09	38/9	41/9
ASH10	39	40/8
ASH11	39/8	39/5
ASH12	38/1	43/5

و واکنش پذیری کک تولیدی آن است. بر اساس نتایج بدست آمده از آزمون های واکنش پذیری کک های تولید شده، بهترین واکنش پذیری در محدوده درصد خاکستر ۸ و خاکستر ۱۲ درصد بوده است. با افزایش درصد خاکستر از ۸ درصد تا ۱۱ درصد، مقدار واکنش پذیری کک افزایش داشته است.

جدول شماره ۷ نشان دهنده نتایج آزمون های واکنش پذیری و مقاومت بعد از واکنش بر روی ۵ نمونه کک تولیدی از ۵ نمونه زغال سنگ تهیه شده با درصد خاکسترهای مختلف می باشد. جدول شماره ۷- CRI و CSR کک تولیدی از کنسانتره های زغال سنگ ممرادکو شکل ۸ نشان دهنده ارتباط خاکستر زغال سنگ

جدول شماره ۵- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۹ درصد
جدول شماره ۶- نتایج آزمون XRF بر روی خاکستر زغال سنگ ۸ درصد
با توجه به محاسبات انجام شده شکل شماره ۳، رابطه بین اندیس بازیسیته و خاکستر زغال سنگ ممرادکو را نشان می دهد. مطابق این شکل هرچه خاکستر زغال سنگ ممرادکو افزایش می یابد اندیس بازیسیته کاهش می یابد. به طوری که در نمونه با خاکستر ۱۲ درصد کمترین میزان بازیسیته در بین نمونه های موجود مشاهده می شود. روند کاهش بازیسیته از یک معادله درجه ۲ با $R^2 = 0.97$ پیروی می کند.

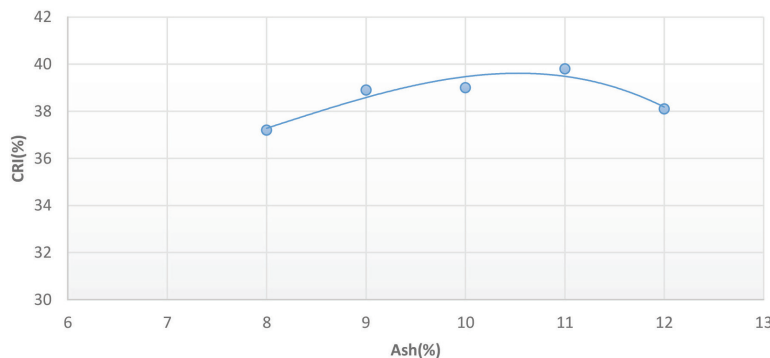
$$B.I = -0/0092(Ash)^2 + 0/149(Ash) - 0/1656$$

شکل ۳- رابطه بین بازیسیته و خاکستر در زغالسنگ ممرادکو
نکته حائز اهمیت اینکه، در صورتی که با افزایش خاکستر زغال سنگ بازیسیته کاهش می یابد اما به دلیل افزایش مقدار خاکستر، فراوانی عناصر نامطلوب در خاکستر افزایش می یابد. به همین دلیل حاصل ضرب خاکستر در اندیس بازیسیته (B.Ash) می بایست مورد بررسی قرار گیرد. شکل شماره ۴ نشان دهنده رابطه بین حاصل ضرب خاکستر در اندیس بازیسیته، و خاکستر زغال سنگ ممرادکو می باشد. همان طور که از شکل پیداست کمترین میزان فراوانی عناصر نامطلوب در خاکسترهای ۸ و ۱۲ رخ می دهد. روند ارتباط بین حاصل ضرب خاکستر در بازیسیته و مقایسه آن با خاکستر زغال سنگ ممرادکو از یک معادله درجه ۳ با $R^2 = 0.97$ پیروی می کند.

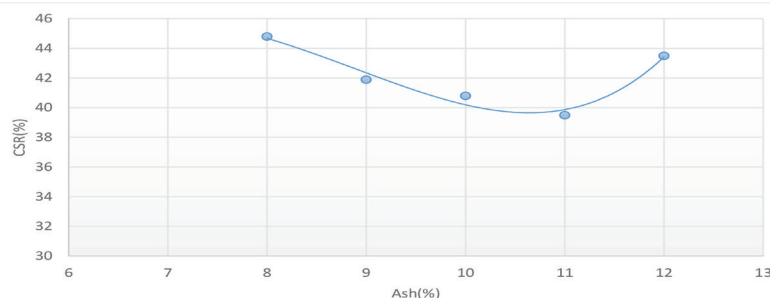
$$B.Ash = -0/0517(Ash)^3 + 1/4213(Ash)^2 - 12/701(Ash) + 40/69$$

شکل ۴- ارتباط بین حاصل ضرب خاکستر در بازیسیته و خاکستر زغال سنگ ممرادکو
شکل ۵- درصد Na₂O و K₂O در زغالسنگ ممرادکو
شکل ۶- درصد MgO و Fe₂O₃ در زغالسنگ ممرادکو
شکل ۷- درصد Al₂O₃ و SiO₂ در زغالسنگ ممرادکو

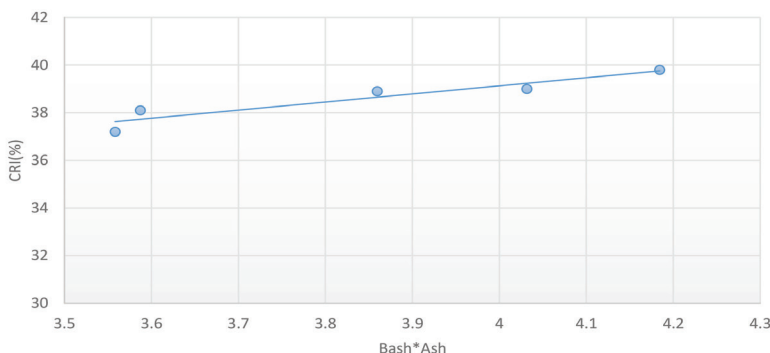
همانطور که از شکل ۵ پیداست با کاهش درصد خاکستر زغال سنگ ممرادکو در فرآیند زغال شویی، درصد Na₂O در خاکستر زغال سنگ افزایش می یابد. با توجه به اینکه با افزایش عدد اتمی فلزات قلیایی تاثیر آن نیز در افزایش واکنش پذیری بیشتر می شود [۴] لذا با توجه به آنالیز انجام شده فرآیند زغال شویی در کاهش k₂o موثر نمی باشد. از شکل شماره ۶ این نتیجه بدست می آید که رفتار زغال سنگ ممرادکو در فرآیند زغال شویی به گونه ای است که امکان کاهش ترکیبات اکسید آهن را نداشته و این ترکیب در فرآیند زغال شویی تغلیظ می شود. در مقابل شکل ۷ نشان دهنده آن است که در فرآیند زغال شویی با کاهش خاکستر بیشتر ترکیبات Al₂O₃ و SiO₂ حذف شده اند.



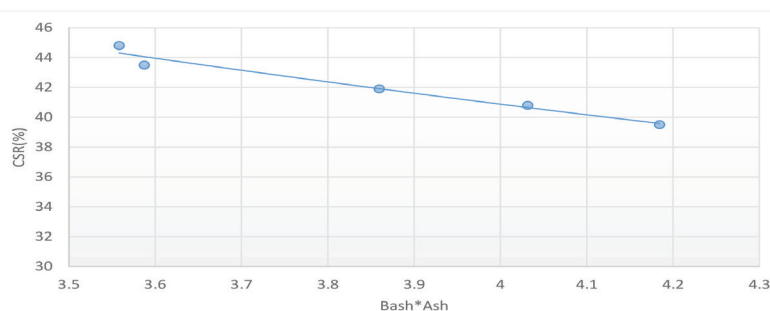
شکل ۸- رابطه بین واکنش پذیری کک (CRI) و خاکستر زغال سنگ مرادکو



شکل ۹- ارتباط بین مقاومت بعد از واکنش (CSR) و خاکستر زغال سنگ مرادکو



شکل ۱۰- ارتباط بین CRI و حاصلضرب بازیسیته در خاکستر زغال سنگ مرادکو



شکل ۱۱- رابطه بین مقاومت بعد از واکنش (CSR) و حاصلضرب بازیسیته در خاکستر زغال سنگ مرادکو

elemental analysis of Memradco coal ash on the reactivity index of coke produced from it. Based on the experiments, it was observed that as the ash of Memradco coal gets closer to $\frac{1}{3}$, the ratio of Al_2O_3 and SiO_2 compounds to alkaline and alkaline earth metals as well as Fe_2O_3 decreases and as a result, its basicity also decreases. A decrease in basicity leads to a decrease in reactivity.

(metallurgical coke, Reactivity, XRF, Basicity, Memradco coal)
metallurgical coke

Reactivity
XRF
Basicity
Memradco coal

One of the most important uses of metallurgical coke, which is produced from coking coal, is to use it in a blast furnace as a regeneration agent and supply energy to the blast furnace. Among the most important indicators for metallurgical coke that can be used in a blast furnace is the reactivity index and resistance after reaction. The reactivity index depends on many factors such as coal quality indicators, cooking temperature and duration, technology used, coal bulk density, coke cooling, etc. In the topic of quality indicators of coal, factors such as ash, elemental analysis of ash, sulfur, volatile substances, plastometry, fluidity, etc. play a fundamental role. In this article, an attempt has been made to investigate the effect of

شکل ۸- رابطه بین واکنش پذیری کک (CRI) و خاکستر زغال سنگ مرادکو

شکل ۹ نشان دهنده ارتباط خاکستر زغال سنگ و مقاومت بعد از واکنش کک تولیدی آن است. بر اساس نتایج بدست آمده از آزمون ها، مقاومت بعد از واکنش کک های تولید شده، بهترین نتیجه در محدوده خاکستر ۸ درصد و خاکستر ۱۲ درصد بوده است. با افزایش درصد خاکستر از ۸ درصد تا ۱۱ درصد، مقدار مقاومت کک کاهش داشته است.

شکل ۹- ارتباط بین مقاومت بعد از واکنش (CSR) و خاکستر زغال سنگ مرادکو

شکل ۱۰- ارتباط بین CRI و حاصلضرب بازیسیته در خاکستر زغال سنگ مرادکو

شکل ۱۱- رابطه بین مقاومت بعد از واکنش (CSR) و حاصلضرب بازیسیته در خاکستر زغال سنگ مرادکو

شکل های ۱۰ و ۱۱ نشان دهنده ارتباط بین Bash و CRI و CSR می باشد. به گونه ای که با افزایش بازیسیته خاکستر (Bash) درصد واکنش پذیری افزایش و مقاومت بعد از واکنش کاهش یافته است.

نتیجه گیری و جمع بندی

کنسانتره زغال سنگ مرادکو با افزایش خاکستر از ۸ تا ۱۲ درصد بازیسیته آن نیز افزایش می یابد. افزایش در مقدار حاصلضرب بازیسیته در خاکستر زغال سنگ منجر به افزایش واکنش پذیری و کاهش مقاومت بعد از واکنش در زغال سنگ مرادکو می شود.

بهترین میزان خاکستر زغال سنگ مرادکو برای به دست آوردن کک با شاخص واکنش پذیری مطلوب در محدوده ۸-۸٫۵ درصد و یا ۱۱٫۵ تا ۱۲ درصد می باشد.

علت افزایش شاخص بازیسیته با کاهش خاکستر، کاهش چشمگیر ترکیبات Al_2O_3 و SiO_2 می باشد. وجود این ترکیبات در کاهش بازیسیته بسیار موثر است.

فرآیند زغال شویی در کارخانه مرادکو قادر به کاهش درصد Fe_2O_3 و Na_2O نبوده که این مهم باعث افزایش درصد فراوانی آن در درصد های خاکستر پایین می شود. وجود Fe_2O_3 و Na_2O در کنسانتره زغال سنگ، بازیسیته و به دنبال آن واکنش پذیری را افزایش می دهد.

مراجع:

- ۱- Ted W. Todoschuk, Dr. J. T. Price, Dr. J.F. Grandsen, ۲۰۰۴, Development of coke strength after reaction (CSR) at Dofasco, Researchgate
- ۲- M A diez, R Alvarez, ۲۰۰۱, Coal for metallurgical coke production: predictions of coke quality and future requirements for cokemaking, International Journal of Coal Geology
- ۳- General Chemistry, ۲۰۲۴, Metallurgy of Iron and Steel, LibreTexts

فیروی نژاد پرویز - ۱۳۸۸- فناوری تولید کک- انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

The effect of the elements in the coal ash memradco mine on the reactivity index of production metallurgical coke

Sadegh Abdari*, Vahidreza Abbaspour^۲

^۱- Lab manager of Memradco Coal Company, MSc Organizational Behavior Management. Mining technology engineering

^۲- Lab manager of Tabas coke company, MSc chemical Engineering. Ferdowsi University of Mashhad

Abstract Keywords

روش های نوین جلوگیری و کاهش آلودگی های زیست محیطی در معادن روباز مس



علی سلمانی
سرپرست HSEC
مجمع مس چاه موسی

چکیده

امروزه با حادث شدن شرایط اقلیمی و فشار زیادی که بر اکوسیستم های طبیعی وارد آمده، این منابع را بیش از پیش شکننده تر نموده است. متأسفانه بسیاری از فعالیت های معدنی بدون رعایت ملاحظات و ضوابط زیست محیطی صورت می گیرد که باعث ایجاد زخم های عمیقی بر پیکره طبیعت شده است. بهره برداری از معادن روباز و سطحی نظیر معادن آهک و شن و ماسه در اراضی جنگلی موجب تخریب جنگل ها شده است. استقرار معادن در کنار مناطق جذب اکوتوریسم و گردشگری باعث صدمه جدی آن ها شده است. ایجاد راه دسترسی برای معادن معمولاً باعث تخریب مراتع و کوهستان ها و همچنین گردوغبار برای مزارع می شود. برداشت بی رویه شن و ماسه رودخانه های موجب تخریب بستر رودخانه و افزایش بار آلودگی آب می شود که زمینه از بین رفتن آبزیان و سایر زیست مندان وابسته به رودخانه را فراهم می سازد. رهاسازی باطله ها و ضایعات در طبیعت باعث ایجاد منظره نازیبا و نامناسب و همچنین آلودگی

اطراف می گردد. ایجاد معادن در داخل مناطق چهارگانه تحت مدیریت سازمان باعث تهدید جدی حیات وحش و از بین رفتن گونه های با ارزش گیاهی می شود.

واژه های کلیدی

آلودگی، زیست محیطی، معدن، روباز، مس.

۱. مقدمه

کشور ما از نظر وجود ذخایر مختلف و متنوع معدنی دارای موقعیت خاصی است. مردم ایران از اولین کسانی بودند که مس را استخراج نمودند. مواد معدنی مختلف بسته به شرایط، دارای آثار و پیامدهای زیست محیطی متفاوتی است. معادن و صنایع معدنی به دلیل داشتن اثرات تخریبی گوناگون و گسترده بر محیط زیست، نیازمند توجه ویژه ای هستند برخی از این اثرات عبارتند از: تولید زهاب اسیدی، فرسایش و تخریب ساختار خاک منطقه، نشست در سطح زمین، از دست رفتن تنوع زیستی محل، آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی توسط مواد شیمیایی، آلودگی هوا و نظایر آن و انتشار فلزات سنگین در آب، خاک و ... که در اینجا چند مورد از مهم ترین مسایل زیست محیطی مطرح می گردد. سدهای باطله از مهم ترین سازه های هیدرولیکی برای جمع آوری و نگهداری پساب ها و مواد باطله حاصل از فرایند تغلیظ در کارخانه های فرآوری

مواد معدنی می باشد. باطله های معدنی حاوی ترکیب های مختلف شیمیایی می باشند که در عملیات فرآوری به موادمعدنی اضافه می شوند. از طرفی خود باطله ها نیز با توجه به نوع کانسار و مواد معدنی استخراجی می توانند حاوی عناصر سمی مختلفی باشند. از یک طرف این ترکیبات شیمیایی و عناصر سمی به علت تاثیرات مخربی که می توانند بر محیط زیست داشته باشند از طرف دیگر حجم بالای این مواد نیازمند بررسی و کنترل می باشند. خروج و انتشار آلاینده هایی مانند فلزات سنگین، زهاب اسیدی معادن، مواد رادیواکتیویته به عنوان آلاینده های زیست محیطی بلندمدت باعث بروز پیامدهای زیست محیطی ناگوار خواهد شد که بروز این پیامدها تا مدت های مدیدی سبب ناهنجاری های زیستی در منطقه می گردد.

آب های اسیدی که از معادن سرچشمه می گیرند و سبب آلودگی و تخریب شدید محیط زیست می شوند، زهاب اسیدی نامیده می شود. پساب های اسیدی معادن از جمله بدترین مشکلات زیست محیطی ناشی از عملیات معدنکاری و سدهای باطله به شمار می رود که اثرات زیان باری بر روی کیفیت آب های سطحی و زیرزمینی دارد. با توجه به اهمیت فعالیت های معدنی و تاثیرات قابل توجه آن بر محیط زیست

پاره ای از فعالیت های معدنی و فرآوری آنها مشمول انجام مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی شده است. از جمله این موارد می توان به معادن زغال سنگ، طلا، آهن، مس و سد نگهداشت مواد آلوده (باطله) اشاره کرد.

۲. آلاینده های زیست محیطی در معادن مس

۱،۲. انتشار گازهای آلاینده هوا و گرد و غبار انتشار آلاینده های هوا در مرحله ساختمانی و سنگ شکن در معادن مس، به صورت انتشار گرد و غبار و ذرات معلق و همچنین گازهای آلاینده هوا رخ می دهد که ناشی از فعالیت های بستر سازی و تسطیح زمین، هیپ سازی، عملیات خردایش و حمل و نقل توسط تجهیزات و وسایل مکانیکی مورد استفاده نظیر بولدوزر، کمپرسی ها، لودر، گریدر و غیره می باشد.

آلودگی ها	دیزل
منوکسید کربن	۹/۷
هیدروکربن ها	۲۹
اکسید های نیتروژن	۳۶
اکسیدهای گوگرد	۶/۵
گرد و غبار	۱۸

جدول ۱. فاکتورهای انتشار آلودگی ناشی از خودروی دیزل (kg/T)
The Principles for Air Pollution)
(and its Control, ۱۹۹۱)

میزان گرد و غبار به وجود آمده در معادن مس، شامل:

- گرد و غبار ایجاد شده در مرحله خاکریزی و خاکبرداری
- گرد و غبار ایجاد شده در مرحله انتقال خاک ها به داخل کامیون ها
- گرد و غبار ایجاد شده در مرحله حمل و نقل خاک در طول مسیر
- گرد و غبار ایجاد شده بواسطه تخلیه خاک توسط کامیون ها
- خردایش سنگ مس در سنگ شکن
- طوفان های محلی

۳. آلاینده های صوتی

عملیات ساخت و ساز، عملیات خاکی، فعالیت دیزل ژنراتورها و کمپرسورها، سرزندها و الکتروپمپ ها و همچنین فعالیت ماشین های دارای موتور سنگین نظیر کامیون، منابع اصلی تولید آلودگی صوتی در معادن مس به شمار می روند.

جدول ۲. حداکثر صدای ایجاد شده توسط برخی ماشین آلات در معادن

۴.۲. پساب ها

پساب ها در معادن، شامل نشت مواد نفتی و روغنی از ماشین آلات و شستشوی مخازن سیمان و بتن ها و رها کردن پساب های ناشی از خروجی کارخانجات فرآوری مس، پساب های ناشی از سپتیک های واحدهای خدماتی ایجاد می گردد. در مرحله پی کنی و کف سازی به

خصوص در مورد واحدهای مختلف ساختمانی در برخی از موارد کنترل پساب ها ضروری است، چرا که در نتیجه این عملیات امکان آلوده ساختن خاک و محیط آبی محتمل می باشد.

۵.۲. ایجاد مواد زائد جامد

قسمت اعظم نخاله های ساختمانی در معادن مس، شامل موادی است که در ساختمان ها بکار می رود. اجزای نخاله های ساختمانی به نوع مواد مصرفی در حین ساخت و ساز بستگی دارد. برای مثال در یک طرح که تعداد ۵۰ نفر در فاز ساختمانی فعالیت می کنند با فرض تولید ۰/۸۰ کیلوگرم سرانه زباله، حداکثر ۴۰ کیلوگرم زباله در فاز ساختمانی ناشی از این تعداد افراد، تولید خواهد شد. جدول شماره ۳ مواد زائد جامد در فاز ساختمانی را بیان می کند. انواع پسماندهایی که در معادن مس می توان مدیریت نمود.

جدول ۳. تولید مواد زائد جامد در معادن مس منبع عمده آلاینده هوا در معادن شامل گازهای منتشره از فعالیت آتشباری، حمل و نقل سنگ ها، واحد سنگ شکن و دانه بندی و نیز انتشار مواد مختلف شیمیایی از جمله اسیدهای مصرفی منتشره در سطح تنفسی در واحد هیپ و نیز انتشار ترکیبات آلی فرار و گازهای ناکس و اکسیدهای گوگرد در واحد Electrowinning می باشد. عملیات آتشباری امکان انتشار انواع

آلاینده شامل ناکس، منوکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن و فلزاتی که در ترکیبات و عناصر موجود در سنگ های انفجار یافته یافت می شوند از قبیل جیوه، آلومینیوم، آرسنیک، باریم، بر، کادمیوم، کبالت و غیره را در پی خواهد داشت. در حالی که فعالیت های مرتبط با استخراج کانسنگ ها، حمل و نقل و دپوی آن ها دارای پتانسیل تولید ذرات معلق می باشد.

۲.۳. آلاینده های صوتی

منبع عمده آلودگی صوتی در معادن مس شامل عملیات آتشباری معدن و استخراج کانسنگ ها از معدن و نیز حمل و نقل آن ها برای عملیات سنگ شکنی و دانه بندی است. منابع مختلف آلاینده های صوتی در ذیل ارائه شده است.

- انجام عملیات آتشباری با استفاده از دینامیت و آنفو (یکبار در طول سال) برای استخراج کانسنگ ها از معدن: ۱۷۵ تا ۲۱۰ دسی بل
- انجام عملیات استخراج و بارگیری سنگ معدن با استفاده از لودر و چکش مکانیکی (چهار ماه در طول سال): ۸۵ تا ۱۱۶ دسی بل
- تخلیه سنگ معدن در مخزن سنگ معدن و انتقال سنگ ها به سنگ شکن فکی توسط کامیون ها: ۸۵ تا ۸۸ دسی بل
- خرد شدن سنگ ها توسط سنگ شکن فکی

جدول ۲. حداکثر صدای ایجاد شده توسط برخی ماشین آلات در معادن

ردیف	نام دستگاه	تراز شدت صوت (دسی بل)
۱	بولدوزر	۱۱۶
۲	گریدر	۱۰۶
۳	دریل	۹۵
۴	مسطح کننده جاده	۸۹
۵	جرثقیل	۸۸
۶	کامیون باری مخزنی	۸۸
۷	کامیون (با ظرفیت ۲۰ تن)	۸۸
۸	لودر چرخ زنجیری	۸۵
۹	لودر چرخ لاستیکی	۸۵
۱۰	میکسر بتن	۸۵
۱۱	بیل مکانیکی هیدرولیک	۸۵
۱۲	بیل مکانیکی چرخ لاستیکی	۸۵
۱۳	ماشین بالابر	۸۳
۱۴	دستگاه پمپ بتن	۸۲
۱۶	دستگاه جوشکاری	۷۶
۱۷	ویراتور بتن	۷۶

جدول ۳. تولید مواد زائد جامد در معادن مس

نوع آلاینده	منشا اصلی	آلاینده
سیمان	آب اختلاط سیمان، دوغاب سیمان	نمک های مختلف
خاک آلوده	نشت ها و ریزش ها در جریان ساخت و ساز	هیدروکربن ها، فلزات سنگین، نمک های مختلف
مواد زائد جامد غذایی	تغذیه، تدارک و پشتیبانی	انواع مواد غذایی، زباله
مواد زائد جامد	مواد اولیه چوبی، فلزی و پلاستیکی، پاکت سیمان	خرده چوب، فلزات، پلاستیک ها
خرده و زائدات (مواد، تکه و خرده ریز)	تکه های لوله، کابل های بلااستفاده، ظروف خالی مستعمل، قوطی های آلومینیوم، جعبه ها و پاکت های استفاده شده	فلزات سنگین
باطری ماشین آلات	حمل و نقل	فلزات و اسیدها
لاستیک ماشین آلات	حمل و نقل	لاستیک و مواد سولفور

انفجار، ریزش سنگ ها و آوارها، اثرات ارتعاش و آلودگی صوتی (با توجه به شدت بسیار بالای انفجار، امکان آسیب های جدی به سیستم شنوایی وجود خواهد داشت).

- عملیات حفاری با مته های فکی می تواند همواره آسیب های جدی به کارگران را ایجاد نماید.

- حوادث و سوانح مختلف رانندگی که در حین عملیات انتقال کانسنگ ها به واحد سنگ شکن و نیز محل دپوی باطله ها همواره می تواند رخ دهد.

- انتشار ریزدانه های سنگی و گرد و غبار در واحد سنگ شکن در هوای تنفسی افرادی که در این واحد مشغول به کار می باشند نیز عنوان یکی دیگر از منابع خطر شناخته می گردد.

- پتانسیل ریسک بالای آسیب برای کارگرانی که الزامات HSE را در محث استفاده از اسید سولفوریک (حجم بالای مورد نیاز عملیات لیچینگ) رعایت نمی کنند

- تنفس بخارت سمی منتشره از سطح هیپ در اثر کاربرد اسید و نیز ترکیبات مختلف آزاد شده از کانسنگ ها در محوطه هیپ و پیرامون آن

- نشت و پخش شدگی جریانات اسیدی منتقله از هیپ بواسطه پوسیدگی لوله ها و عدم کنترل آن ها در سیستم زهکشی در طبقات هیپ

- احتمال سقوط و آسیب های جدی در حوضچه PLS هنگام بازدید به دلیل وجود اسید در این استخرها

تماس شدید کارگران با بخارات گازهای مختلف منتشره در واحد سلول های الکتروپینینگ منبع

[۱] حسین استرکی، ۱۳۹۹. نظام حقوقی حفاظت از محیط زیست در امور اکتشاف و بهره برداری از معادن، ۱۵۵ صفحه.

[۲] معصومه خراسانی علمداری، ۱۳۹۱. بررسی اثرات زیست محیطی معادن ایران، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، ۹ صفحه.

[۳] نسترن رازقی، ۱۳۹۰. بررسی اثرات زیست محیطی پروژه های معدنکاری و روش های ارزیابی آن ها، پنجمین همایش ملی مهندسی محیط زیست، ۱۳ صفحه.

به وجود آمده دارای بسیاری از فلزات سنگین در درون خود می باشد که امکان آلوده نمودن آب های سطحی و زیر سطحی را دارا می باشد.

۵. خطرات، سوانح و عدم ایمنی در معادن

- در فاز ساختمانی، فعالیت هایی از قبیل ساخت فضای هیپ و سیستم زهکشی، نصب تاسیسات لیچینگ، فعالیت های حمل و نقل، برق رفتگی، سایر عملیات عمرانی شامل ساخت سوله ها و ساختمان های فرآیندی و اداری این طرح می تواند پتانسیل خطرات، سوانح و عدم ایمنی را برای کارگران و پرسنل که مشغول فعالیت می باشند، به همراه داشته باشد.

- علاوه بر ریسک های فیزیکی و سلامتی جسمی همچون سقوط از ارتفاع، جراحات، در معرض صدای زیاد و غیره برای کارکنان و پرسنل که ممکن است وجود داشته باشد، شرایط محیطی و فشارهای کاری نیز می تواند سبب مشکلات روانی گردد و سلامت روحی افراد را تحت تاثیر قرار داده و احتمال وقوع درگیری ها و تنش ها بین پرسنل را افزایش دهد.

- خطرات و بلایای طبیعی از قبیل وقوع طوفان و سیل و پیامدهای زلزله به عنوان یکی دیگر از موارد مهم مطرح می باشد که می تواند در فازهای مختلف ساختمانی و بهره برداری در معادن همواره سوانحی را ایجاد نماید.

- یکی دیگر از عوامل شناخته شده خطر در این معادن وجود مارهای سمی و عقرب می باشد که این مورد نیز همواره می تواند در فازهای مختلف ساختمانی و بهره برداری، افراد ساکن در معادن را تهدید نماید.

۶. نتیجه گیری

در فاز بهره برداری، دامنه وسیع تری از عوامل بروز خطرات و حوادث در معادن مس قابل بررسی است که در ذیل به مهم ترین موارد خطرات، سوانح و عدم ایمنی این طرح در این فاز اشاره شده است.

- سوانح ناشی از آتشباری و استخراج کانسنگ ها از معدن مانند حوادث مرتبط با

و مخروطی: ۷۱ تا ۹۰ دسی بل
- انتقال سنگ ها و باطله ها به محل تعیین شده دپوی باطله ها توسط کامیون ها: ۸۵ تا ۸۸ دسی بل.

۳.۳. پساب ها

با توجه به مصرف آب و مواد شیمیایی به ویژه اسید سولفوریک در واحد هیپ ها، امکان تولید پساب و زهاب های اسیدی از معادن مس همواره وجود دارد. منابع عمده تولید پساب ها شامل موارد ذیل می باشد:

- نشت از محل دپوی باطله های مرتبط با هیپ ها

- نشت اسید سولفوریک در طول فرآیندها
- نشت از مخازن سوخت (گازوئیل، نفت)
- نشت و استفاده از ماده شیمیایی آلی
- نشت از خطوط انتقال اسید در واحد هیپ و پوندها

- نشت از باطله ها در اثر ریزش باران در محل دپوی باطله ها و احتمال انتقال به منابع آب های زیرزمینی و خاک

- پساب های بهداشتی: این نوع پساب ها از منابع انسانی که در معادن مس مشغول به فعالیت می باشند، تولید می گردد که دارای BOD بالا و کلیفرم می باشد.

۴.۳. مواد زائد جامد

در معادن مس، مواد زائد جامد شامل پسماندهای معدنی فراوری شده، ضایعات فلزی، ضایعات پلاستیکی، بشکه های فلزی، پسماندهای خطرناک (بشکه های مواد شیمیایی) و پسماندهای شهری ناشی از فعالیت کارکنان در این طرح می باشد. پسماندهای معدنی شامل باطله های معدن و باطله های ناشی از واحد هیپ می باشد.

۴. باطله های واحد هیپ (مخلوط با مواد اسیدی مصرفی)

یکی از مهم ترین الودگی های زیست محیطی در معادن فراوری مس به روش هیپ لیچینگ، بجا ماندن حجم بسیار زیادی از سنگ های مس فراوری شده می باشد که این پسماندهای

بهینه سازی حفاری ویژه و خرج ویژه در معادن با بکارگیری روش بالشتک هوا (POWER DECK)

مصطفی زارعی

کارشناس ارشد مهندسی معدن

مجمع مس چاه موسی سمنان

۱. چکیده

طراحی الگوی انفجاری و همچنین روش پر کردن چال‌های انفجاری با ماده منفجره، نقش مهمی در عملکرد عملیات انفجار ایفا می‌کنند. به‌طور کلی روش‌های طراحی قرارگیری ماده منفجره در چال انفجاری را می‌توان به چال کاملاً پر شده از ماده منفجره همراه با گل‌گذاری و چال انفجاری منقطع تقسیم‌بندی کرد. در حالت چال‌های کاملاً پر شده از ماده منفجره، با انفجار ماده منفجره انرژی موج ضربه به سنگ اعمال شده و با توجه به شدت زیاد آن، سنگ اطراف چال انفجاری خرد شده و ترک‌های بسیاری در آن تشکیل می‌شوند.

به علت شدت انرژی زیاد و خردایش بیش از حد سنگ، بخشی از انرژی ماده منفجره در این قسمت تلف می‌شود. در مقابل، استفاده از ستون هوا در چال انفجاری، باعث می‌شود انرژی ماده منفجره کاهش یافته و خردایش در فاصله معینی از چال انفجاری اتفاق افتد. بر اساس بررسی‌های انجام شده در جهان، استفاده کاربردی مناسب از بالشتک هوا و گل‌گذاری پلاگینی موجب می‌شود تا به میزان قابل توجهی باعث افزایش بهره‌وری انفجار و کاهش هزینه‌های ناشی از اضافه حفاری و خرج ویژه شود.

اساس این روش بر مبنای فاصله‌هوائی در انتهای چال و گل‌گذاری از پیش تعیین شده‌ای که بین هوا و ماده منفجره قرار دارد، می‌باشد.

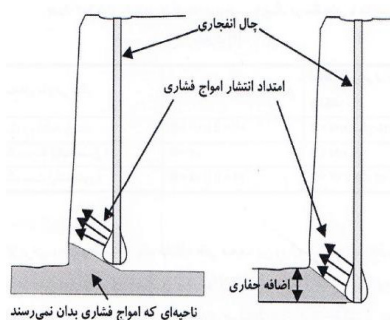
در این روش، به علت قرارگیری ستون هوا در کف چال انفجاری، امواج ضربه تشکیل شده در راستای چال انفجاری نوسان کرده و اندرکنش آن‌ها با یکدیگر و همچنین انعکاس آن‌ها از سمت گل‌گذاری و همچنین کف چال (که محل قرارگیری ستون هواست) منجر به تشکیل میکرو ترک‌های بیشتر در بلوک انفجاری می‌شود. [۱]

۲. مقدمه

حداکثر تنش‌های حاصل از انفجار هر چال بدون در نظر گرفتن اضافه حفاری، در محدوده‌ای بالاتر از کف پله قرار می‌گیرد [۲].

به همین دلیل پس از انفجار کف پله ناصاف شده و یا به اصطلاح سکو (پاشنه جبهه کار) یا قوزکی در روی پله به‌وجود می‌آید که برای تسطیح نیاز به آتشکاری ثانویه دارد. در صورتی که حفر چال ادامه یابد ناحیه بیشینه تنش نیز به سمت پایین چال حرکت کرده و به کف پله نزدیک خواهد شد و در نتیجه، مشکل پاشنه به‌وجود خواهد آمد.

اضافه حفاری مشکل کف پله را حل می‌کند اما باعث افزایش هزینه‌های استخراج و آسیب به سطح پله پایینی می‌شود؛ بنابراین بهتر است از روشی جایگزین استفاده شود تا هم مشکلات کف پله را حل کند و هم‌چنین هزینه‌های استخراج مواد معدنی را کاهش دهد.



شکل ۱- نیاز به اضافه حفاری در چال‌های انفجار

در آتشباری سنتی امواج حاصل از انفجار به صورت یک کره به چهار جهت منتشر می‌شوند که به ترتیب این اثرات نامطلوب را دارند:

- فشاری که به طرف قسمت جلو سینه کار می‌رود و باعث پرتاب سنگ می‌شود.
- فشاری که به طرف قسمت بالا می‌رود و باعث بیرون پاشیدن قسمت گل‌گذاری، خروج گازهای حاصل از انفجار و کاهش خردایش سنگ می‌شود.
- فشاری که به طرف عقب می‌رود این فشارها مخرب ترین فشارها هستند باعث ایجاد عقب زدگی و ایجاد مشکل در آتشباری‌های بعدی می‌شوند.

- یکسری فشاری که به درون زمین می‌روند که این فشار می‌تواند مخرب نباشد ولی سودی هم ندارد و فقط باعث اتلاف انرژی حاصل از انفجار می‌شود.

اخیرا روش بالشتک هوا برای کاهش اضافه حفاری، کاهش لرزه‌های ناشی از آتشکاری، بهینه‌سازی خردایش و همچنین کاهش مقدار خرج ویژه گسترش داده شده و مورد آزمایش قرار گرفته است.

مهم ترین مزیت اجرای روش بالشتک هوا کاهش میزان حفاری و مصرف ماده منفجره، بهبود خردایش و کم شدن بولدر، جابجایی کمتر مواد پس از انفجار، کم شدن پاشنه و کاهش لرزش زمین است.

در انفجارهای متداول فشار چال از مسیر بالای چال و از قسمت گل‌گذاری آزاد می‌شود که پتانسیل پرتاب سنگ و لرزش هوا را افزایش می‌دهد، درحالی‌که در انفجار پاور دک با ایجاد ترک در قسمت تحتانی چال، فشار گاز به سمت پایین حرکت می‌کند و در نتیجه علاوه بر کاهش حفاری ویژه (با حذف اضافه حفاری) و خرج ویژه، عملکرد مناسبی از لحاظ کندن کف چال و کاهش پرتاب سنگ را به همراه دارد. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته، این روش از سال ۱۳۹۰ در مس سرچشمه و سپس سونگون آزمایش شد و در سال ۱۳۹۶ در چادرملو و معدن سنگ آهن چاه گز و اخیرا در معدن سرب و روی انگوران نیز پیاده سازی شده و نتایج مطلوبی را نیز در پی داشته است.

۳. تئوری آتشباری با تکنیک بالشتک هوا

در این روش وقتی که مواد منفجره در چال منفجر می‌شوند، فشار و دمای بسیار بالای تولید شده ناشی از انفجار مسیری با کمترین مقاومت که همان راستای فاصله هوائی است را انتخاب می‌کند. انتهای چال با فاصله هوائی موجود تحت تاثیر یک موج ضربه بسیار قوی ناشی از انفجار قرار می‌گیرد.

زمانی که این موج ضربه به انتهای چال برخورد می‌کند سرعت آن کاهش یافته و بخشی از آن با فشار P_1 منعکس می‌شود. فشار ناشی از موج منعکس شده با فشار ناشی از انفجار ترکیب شده و فشار P_2 را معادل ۲ تا ۷ برابر فشار P_1 به انتهای چال وارد می‌کند.

این افزایش فشار ناشی از فاصله هوائی در انتهای چال برای ایجاد کف پله مسطح و داشتن خردایش قابل قبول مناسب است.

۲.۳. نسبت بالشتک هوا

یکی از سوالات اساسی که به هنگام استفاده از این تکنیک پیش می‌آید، این است که طول بالشتک هوا باید به چه میزان باشد تا به یک حالت بهینه در آتشباری برسیم. از آنجایی که امواج ضربه‌ای به صورت تکرارشونده در داخل فاصله‌ی هوایی موجود به هم برخورد می‌کنند، از این رو سرعت و فشار آن‌ها به وسیله‌ی طولی که این امواج در داخل ستون هوا طی می‌کند، کنترل می‌شود، بنابراین طول بالشتک هوا یک پارامتر حیاتی می‌باشد. برای یافتن محدوده‌ی طول فاصله‌ی هوایی در داخل چال بایستی آتشباری‌های متعددی در هر سایت صورت گیرد تا در نهایت طول بهینه که به صورت نسبت بالشتک هوا (R_a) بیان می‌شود، برای معدن مورد نظر بدست آید [۴]. رابطه‌ی نسبت بالشتک هوا به صورت زیر می‌باشد:

$$R_a = \frac{L_{ta}}{L_{tch}} = 0.15 - 0.35$$

$$L_{air} = a \times d_{ch}(m)$$

$$a = 8 - 12$$

$$N = \frac{L_{ta}}{L_{air}}$$

که در آن L_{ta} و L_{tch} طول کل بالشتک هوا و طول خرج به متر را نشان می‌دهد. L_{air} طول هر یک از بالشتک هوایی، N تعداد بالشتک هوا و D_{ch} قطر خرج می‌باشد. برای تعیین اندازه‌ی بالشتک هوا و جلوگیری از نتایج بد آتشکاری، بهتر است در ابتدا به صورت محافظه کارانه، کمترین مقدار a برای طول بالشتک هوا در نظر گرفته شوند.

با افزایش طول بالشتک هوا نسبت به طول خرج‌گذاری شده‌ی چال، اندازه خردایش ریزتر می‌شود. البته این کاهش اندازه خردایش تا یک اندازه‌ی بحرانی بالشتک هوا ادامه پیدا می‌کند و باید به این نکته توجه کرد که این طول بحرانی به مقاومت و ساختار توده سنگ بستگی دارد.

۳.۳. نحوه گل‌گذاری در روش بالشتک هوا
خواص ماده‌ی مورد استفاده برای گل‌گذاری تاثیر زیادی بر انفجار بالشتکی دارد. انفجارهای آزمایشی در این زمینه نشان داده اند که گل‌گذاری انرژی انفجاری زیادی مصرف می‌کند. طراحی خرج‌گذاری بالشتک هوا نیز با استفاده از نظریه تعامل موج ارائه شده در بخش: تئوری انفجار با روش بالشتک هوا صورت می‌گیرد. برای به دست آوردن خردایش بهتر در خرج‌گذاری بالشتکی، گل‌گذاری باید شرایط $Z_{st} > Z_{exp}$ را برآورده کند و باید تا حد ممکن به این موضوع توجه شود. در اینجا Z_{exp} و Z_{st} امپدانس گل‌گذاری و مواد منفجره هستند. به طور کلی، خرده‌سنگ‌ها و شن و ماسه‌ها بسیار ضعیف هستند و این مواد انرژی زیادی را می‌توانند هدر دهند. به این ترتیب، استفاده از این مواد به عنوان گل‌گذاری در تکنیک بالشتک هوا مناسب نیست [۶].

η_R : ضریب انرژی عبور کرده از فصل مشترک دو ماده

η_T : ضریب انرژی منعکس شده از فصل مشترک دو ماده

I_1 : امپدانس محیط اول

($Kg/m^2 \cdot Sec$)

I_2 : امپدانس محیط دوم

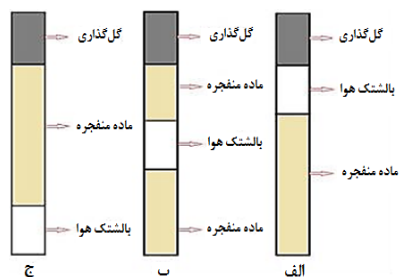
($Kg/m^2 \cdot Sec$)

D_e : چگالی مربوط به محیط

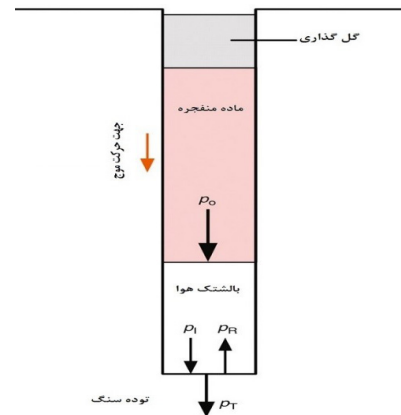
V_e : سرعت امواج انفجار در محیط

علامت I_1 ، I_2 نوع موج منعکس شده را مشخص می‌کند. چنانچه I_1 ، I_2 منفی باشد، نوع موج کششی و در غیر اینصورت فشاری می‌باشد. اگر $I_1 < I_2$ باشد، مقداری انرژی منعکس شده و مقداری از فصل مشترک دو محیط عبور می‌کند و هر دو موج از نوع فشاری هستند. اگر $I_1 = I_2$ باشد تمامی انرژی بصورت فشاری وارد محیط دوم شده و هیچگونه انعکاس انرژی نخواهیم داشت. اگر $I_1 > I_2$ باشد، مقداری انرژی به صورت فشاری عبور کرده و بخشی از انرژی به صورت کششی برمی‌گردد. شدیدترین وضعیت حالتی است که $I_2/I_1 = \infty$ شود که در این حالت کل امواج فشاری پس از برخورد به محیط دوم، کلاً به صورت امواج کششی بازگشت داده می‌شوند. این حالت همان حالت مدنظر ما به هنگام استفاده از بالشتک هوایی می‌باشد، چرا که چگالی هوا خیلی ناچیز بوده و بدین ترتیب امپدانس هوا (I_2) هم خیلی کم و نزدیک صفر می‌شود. فضای خالی موجود باعث کاهش فشار اولیه چال شده ولی در عوض به امواج فشاری اجازه می‌دهد که مدت زمان بیشتری بر روی سنگ اعمال شوند. [۴] ۱.۳. جای‌گیری بالشتک هوا در چال انفجاری

محل قرارگیری بالشتک هوا هم یکی دیگر از مسائل مهمی است که دانشمندان بر روی آن اتفاق نظر محکمی ندارند و هر کدام با توجه به تجربه‌ی خود، دلایلی را برای انتخاب محل بالشتک هوا در چال ارائه می‌دهند. به طور کلی بالشتک هوا را می‌توان در سه نقطه‌ی مختلف از چال قرار داد [۵]:
بالای خرج و زیر انسداد چال (شکل ۴ الف) وسط ستون خرج (شکل ۴ ب)
ته چال و زیر ستون خرج (شکل ۴ ج)



شکل ۴ - موقعیت‌های مختلف قرارگیری بالشتک‌هواپی در داخل چال



شکل ۲- فشارهای تولید شده در انتهای چال

با استفاده از روش بالشتک هوا

ملنیکو در سال ۱۹۷۹ اولین کسی بود که به بیان مکانیزم آتشباری به شیوه‌ی بالشتک هوا پرداخت و اظهار داشت که فضای خالی موجود در چال باعث توزیع مجدد انرژی ماده منفجره در داخل چال می‌شود.



شکل ۳- امواج انعکاسی بین چال‌های نزدیک

به هم در استفاده از بالشتک هوا

از دیگر اتفاقاتی که هنگام استفاده از روش بالشتک هوا در انفجار روی می‌دهد این است که، به علت وجود هوا در انتهای چال، بعد از انفجار فشار تولید شده افزایش دما، چون در مسیر کمترین مقاومت قرار می‌گیرد دامنه وسیعی از موج‌های کششی در سرتاسر سنگ تولید کرده و ایجاد یک سیستم درختی از ریزترک‌ها می‌کند. ملنیکو معتقد است موج کششی ثانویه به راحتی می‌تواند با استفاده از روش بالشتک هوا تولید شود که با توجه به تئوری آن انعکاس این موج ثانویه نیز ایجاد یک شبکه ریزترک‌ها در داخل چال و در سرتاسر سنگ می‌کند.

زمانیکه امواج اولیه ناشی از انفجار ماده‌ی منفجره که از نوع امواج فشاری هستند به یک ناپیوستگی یا فصل مشترک دو نوع ماده‌ی مختلف (هر دو سنگ و یا یکی سنگ و دیگری هوا) می‌رسد، بخشی از انرژی امواج، منعکس شده (η_R) و بخشی به ماده‌ی بعدی منتقل می‌شود (η_T).

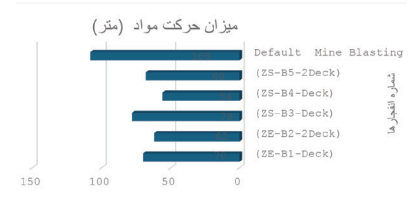
$$\eta_R = \frac{(I_2 - I_1)^2}{(I_2 + I_1)^2}$$

$$\eta_T = 1 - \eta_R = 1 - \frac{(I_2 - I_1)^2}{(I_2 + I_1)^2}$$

$$I_e = D_e \times V_e$$

ارزیابی نتایج انفجار در روش بالشتک هوا ۱،۴ بررسی حرکت مواد خرد شده

یکی از اهداف انفجار، جابه‌جا شدن مناسب سنگ است، عموماً عدم تناسب بین انرژی مواد منفجره با مقاومت توده‌سنگی که آن را احاطه کرده است، مهم‌ترین عامل پرتاب سنگ محسوب می‌شود. علاوه بر این موضوع، وجود سنگ‌های لق در طول چال و خود سینه‌کار انفجار نیز باعث حرکت غیرمنتظره مواد می‌شوند.



شکل ۵ - پرتاب سنگ حاصل از انفجارهای آزمایشی مختلف [۳]

توزیع نامناسب خرج نیز یکی از مهم‌ترین دلایل ایجاد پرتاب سنگ است که این پدیده با افزایش قطر چال در معادن روباز تشدید می‌شود. با توجه به نمودار ارائه شده در شکل ۵ که میزان پرتاب مواد حاصل از انفجار در انفجارهای آزمایشی با متوسط خرج ویژه 420 g/m^3 و متوسط گل‌گذاری $3/2$ متر، و حرکت مواد حاصل از ۵ انفجار صورت گرفته را نشان می‌دهد، تاثیر استفاده از بالشتک هوا در بهبود پرتاب سنگ با کاهش میزان خرج ویژه و استفاده از گل‌گذاری با طول مناسب تر را مشخص می‌کند [۳].

۲،۴ شرایط سطح پله

با بررسی و برداشت های صورت گرفته سطح پله جدید، بعد از بارگیری کامل مواد پس از انفجار مشخص شد که استفاده از تک بالشتک هوایی در ته چال و با اضافه حفاری $0/5$ متری ته چال، موجب می شود که هیچ‌گونه پاشنه در پای پله ایجاد نگردد و در و جایگذاری بالشتک هوا در ته چال تفاوت چندانی در نتیجه انفجار ایجاد نمی‌شود. اما در استفاده از بالشتک چندگانه (دو بالشتکی)، با توجه با اینکه امکان خرج‌گذاری ایده‌آل وجود نداشت، باعث ایجاد پاشنه جزئی ($0/5$ متری) می شود. شکل ۶ سطح صاف و بدون پاشنه حاصل از انفجار سوم پس از بارگیری کامل مواد حاصل از انفجار را نشان می‌دهد [۳].

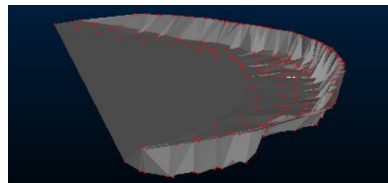


شکل ۶ - سطح بدون پاشنه انفجار سوم (Deck - Z₃ - B₃)

استخراج در حالت روش معمولی انفجار محاسبه شده است.

معمولی	دو بالشتکی	تک بالشتکی	متوسط هزینه هر متر مکعب استخراج (تومان)
۳۷۸	۳۵۸	۳۳۸	

جدول ۱ - متوسط هزینه یک متر مکعب استخراج در روش های مختلف انفجاری

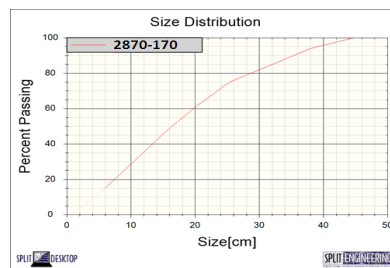


شکل ۷ - پاشنه ایجاد شده در انفجار دوم (Deck - B₂ - Z₂)

۳،۴ شرایط سطح پله

خردایش حاصل از انفجار علاوه بر تاثیر گذاری بر روی عملیات بارگیری و باربری، تاثیر مستقیم نیز بر روی راندمان سنگ شکنی و آسیا دارد. بنابراین هرچقدر که متوسط اندازه حاصل از انفجار در بازه‌ی مورد نظر سنگ شکنی باشد و نیاز به سنگ شکنی و حتی انفجار ثانویه کمتر باشد، خردایش مطلوب و از لحاظ اقتصادی نیز قابل توجیه خواهد بود [۳].

شکل ۸ - خردایش و نمودار دانه بندی مربوط به انفجار اول (Deck - B₁ - Z₁)



با توجه به نمودارهای مربوط به توزیع دانه‌بندی مشخص است که با استفاده از بالشتک هوا در انفجارها، توزیع و پراکندگی مواد یکنواخت تر با محدوده دانه‌بندی کوچکتری ملاحظه می‌شود.

بررسی اقتصادی

جدول ۱ متوسط هزینه استخراج هر متر مکعب بار با در نظر گرفتن هزینه تمامی آیتم های حفاری، آتشباری، حمل، خردایش و نیروی انسانی را در حالت استفاده از روش پاور دک و روش معمولی نشان می دهد. انفجار معمولی همان انفجار پیش فرض مورد استفاده در معدن مس چاه موسی و بدون قرار دادن فاصله هوایی در داخل چال های انفجاری می باشد.

هزینه های مربوط به روش تک بالشتکی و دوبالشتکی بصورت ضریبی از هزینه های

نتیجه گیری

استفاده از بالشتک هوا در انتهای چال های انفجاری می تواند پیامدهای نامطلوب ناشی از انفجار را به حداقل برساند. علاوه بر این استفاده از بالشتک هوایی باعث بهبود خردایش سنگ و حرکت مواد می شود. قیمت تمام شده انفجار در حالت دو بالشتکی بیشتر از حالت تک بالشتکی و صرفه اقتصادی کمتری دارد. علاوه بر دلایل ذکر شده، استفاده از روش دو بالشتکی برای انفجار به خاطر حساسیت و دقتی که باید حین خرج گذاری رعایت شود، زمان بر نیز بوده و مراحل انفجار را با تاخیر مواجه می کند. به طور خلاصه نتایج بکارگیری سیستم بالشتک هوایی را می توان در موارد ذیل خلاصه نمود:

- کاهش ۲۵ درصدی خرج ویژه
- کاهش ۱۳ درصدی حفاری ویژه
- کاهش متوسط طول اضافه حفاری
- بهبود متوسط اندازه خردایش تا ۲۰ درصد
- رفع بروز پاشنه در استفاده از یک فاصله هوایی در ته چال
- کاهش پرتاب سنگ تا ۲۷ درصد
- کاهش پراکندگی سنگ های خرد شده

منابع:

- [۱] Mohd saqid, T N singh; ۲۰۰۳; "Mechanism of Airdeck technique in rock blasting". Fourth Indian Rock Conference.
- [۲] Huštrulid W. «Blasting principles for open pit mining» Vol. ۱. A.A. Balkema. ۱۹۹۹.

[۳] زارعی، مصطفی. «بهینه سازی حفاری و انفجار در معدن سرب و روی انگوران با بکارگیری بالشتک هوا». پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره). ۱۳۹۸.

[۴] Beyglou, A. Improvement of blast-induced fragmentation and crusher efficiency by means of optimized drilling and blasting in Aitik. Masters thesis, Lulea University of Technology Department of civil, Enviromental and Natural Resources Engineering. ۲۰۱۲ September.

[۵] Terrett, P. Et all. Airdecking at Duvha, a Technical Evaluation.

[۶] Zhang, Zong-Xian, «Rock Fracture and Blasting Theory and Applications», University Centrein svalbard, Noeway. ۲۰۱۶.

سکوت سازمانی

واحد سرمایه انسانی مجتمع آهک و دولومیت

در دنیای پیچیده و متغیر امروزی که رقابت بسیار زیادی بین جوامع مختلف در راستای دستیابی به جدیدترین فن‌آوری‌ها، با صرفه‌ترین منابع و مجرب‌ترین نیروهای انسانی وجود دارد، منابع انسانی و بالاخص افراد خلاق، نوآور، کارآفرین و صاحبان اندیشه‌های نو به مثابه با ارزش‌ترین سرمایه‌های سازمانی هستند. ساختارهای سازمانی جدید رو به تغییر نهاده و سازمان‌ها و منابع انسانی‌شان تحت تاثیر تهدیدهای مختلفی قرار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به پدیده "سکوت سازمانی" اشاره نمود...

اگر بر دهان کارکنان مهر سکوت زده شود، موتور مولد دانش سازمانی از کار خواهد ایستاد. وقتی نیروی انسانی به عنوان مهم‌ترین سرمایه سازمانی سکوت نماید مدیریت خطر بزرگی را باید احساس کند.

بهره‌وری و توسعه هر سازمانی تا حد زیادی به کاربرد صحیح منابع انسانی در سازمان وابسته است. سازمان‌ها به طور فزاینده‌ای از کارکنان خود تقاضا دارند که نوآور بوده، به اظهار نظر پرداخته و به دلیل رقابت هر چه بیشتر، انتظارات بالاتر مشتریان و تمرکز بیشتر بر کیفیت که نشان دهنده دنیای در حال تغییر است، احساس مسئولیت داشته باشند.

سازمان‌ها برای حفظ بقای خود نیازمند افرادی هستند که نسبت به چالش‌های محیطی پاسخگو بوده، از تسهیم اطلاعات و دانش هراس نداشته باشند و بر اعتقادات خود و تیمشان پایبند باشند.

سکوت سازمانی پدیده اجتماعی است که در سطح سازمانی به وجود می‌آید و توسط بسیاری از ویژگی‌های سازمانی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این ویژگی‌های سازمانی شامل فرآیندهای تصمیم‌گیری، مدیریت، فرهنگ و ادراکات کارکنان از عوامل موثر بر رفتار سکوت است.

سکوت سازمانی می‌تواند اثرات مضر را بر فرآیند تصمیم‌گیری و تغییر داشته باشد. این امر توسط ممانعت و جلوگیری از ارائه به دلیل‌های متفاوت، بازخورد منفی و یا

اطلاعات صحیح ایجاد می‌شود.

سکوت سازمانی، با محدود کردن اثربخشی تصمیم‌گیری‌های سازمانی و فرآیندهای تغییر در ارتباط است. مشکلی که هم‌اکنون گریبانگیر سازمان‌هاست، آن است که بیشتر سازمان‌ها از اظهارنظر خیلی کم کارکنان ناراحتند. در چنین شرایطی کیفیت تصمیم‌گیری و انجام تغییر، کاهش می‌یابد. همچنین سکوت سازمانی به وسیله ممانعت از بازخورد منفی مانع تغییرات و توسعه سازمانی موثر می‌شود، از این رو سازمان توانایی بررسی و تصحیح خطاها را ندارد. بنابراین بدون بازخوردهای منفی، خطاها بیشتر شده و حتی شدیدتر می‌شوند. به دلیل آنکه فعالیت‌های اصلاحی در زمان ضرورت انجام نمی‌گیرند پس می‌توان گفت موضوع سکوت سازمانی و یافتن راه‌های رفع آن از اهمیت شایانی در مباحث سازمانی معاصر برخوردار است و توجه جدی مدیران سازمان را می‌طلبد.

جو سکوت می‌تواند بر توانایی سازمان در جهت کشف خطاها و یادگیری تاثیر بگذارد. بنابراین، اثربخشی سازمانی بطور منفی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. سکوت کارکنان همچنین می‌تواند ایجاد کننده استرس، بدبینی، عدم رضایت و عقب نشینی در کارکنان گردد.

انگیزه‌های سکوت و صدای سازمانی

۱- رفتار دیگر خواهانه (Other Oriented)؛ که اساس این رفتار همکاری است.

۲- رفتار خود حفاظتی (Self-Protective)؛ که اساس این رفتار مبتنی بر ترس است.

۳- رفتار عدم مشارکت (Disengaged)؛ که اساس این رفتار کناره‌گیری است.

رفتار دیگر خواهانه باعث ایجاد نوعی سکوت بنام "نوع دوستانه" می‌گردد که سکوت به دلیل همکاری با سایرین است. رفتار خود حفاظتی سبب ایجاد "سکوت تدافعی" می‌شود که سکوت و نگفتن حقایق به دلیل ترس و حمایت از خود است و در نهایت رفتار عدم مشارکت "سکوت مطیعانه" را ایجاد خواهد کرد که نوعی از سکوت به دلیل خودکارآمدی پایین است.

هر چقدر جو سکوت در سازمان‌ها مهیا باشد،

یا به عبارتی دیگر نگرش سرپرستان تقویت کننده رفتارهای منجر به سکوت کارکنان باشد و فرصت‌های ارتباطی در سازمان برای کارکنان کم باشد و نیز نگرش مدیریت عالی در جهت تشویق رفتارهای سکوت‌آمیز باشد، این امر باعث خواهد شد که کارکنان در سازمان در قبال مسائل اغلب سکوت کرده و به دنبال آن نگرش‌های شغلی کارکنان مثل رضایت شغلی و تعهد سازمانی پایین خواهد بود. یکی از راه‌هایی که منجر به ترغیب رفتارهای مشارکتی می‌شود فراهم نمودن فرصت‌های ارتباطی و ایجاد سیستم‌های رسمی جهت انتقال یا مبادله اطلاعات، نگرانی‌ها و ایده‌هاست. مدیران وقتی که جو و فرهنگ سازمانی را بررسی می‌کنند یا هنگامی که محیطی را ایجاد کنند که در آن افراد با استعداد و توانمند باقی بمانند، ممکن است سکوت سازمانی را به عنوان یک متغیر مهم در نظر گیرند. همین امر باعث از بین رفتن جو و فرهنگ سکوت سازمانی می‌شود.

راهکارهایی برای کاهش سکوت در سازمان:

۱- استقرار نظام پاداش‌دهی مناسب برای نظرات و پیشنهادات خلاق؛

۲- استقرار سیستم تربیون آزاد بدون کوچکترین استرس و نگرانی و ترس از بیان آزاد عقاید؛

۳- شناسایی توانمندی‌ها و قابلیت‌های افراد و استفاده از آن‌ها در امور اجرایی و تصمیم‌گیری؛

۴- کاهش تمرکز سازمانی و تفویض اختیار؛

۵- شناخت ویژگی‌های فردی و شخصیتی افراد جهت واگذاری مسئولیت به آن‌ها؛

۷- تدوین آئین نامه‌هایی برای حمایت از نظرات کارکنان؛

۸- تغییر فرهنگ سازمان در جهت دستیابی به موقعیت سازمان‌های یادگیرنده و یادگیری سازمانی؛

۱۰- ایجاد امنیت شغلی برای کارکنان و کاهش جو ترس و هراس از انتقاد؛

۱۱- ایجاد سیستم بازخورد مثبت و منفی توانمند.

پیشنهاد شما چیست؟؟

تکنیک‌های پیشگیری از انفجار گاز در معادن زیرزمینی زغالسنگ



امیرحسین نوری زاده
ناظر امور مربوط به پروژه‌های زغالسنگ
شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه

مقدمه

با توجه به اهمیت رعایت اصول ایمنی در معادن به خصوص معادن زیرزمینی زغالسنگ، استخراج از این معادن با توجه به گاز خیز بودن نیازمند تدوین استراتژی‌های ایمنی خاصی بوده تا ریسک بروز حوادث به کم‌ترین مقدار خود برسد. حوادث رخ داده در معادن زیرزمینی زغالسنگ در ایران که تعداد آن‌ها کم نیست، نمونه بارزی از عدم توجه به مسائل ایمنی و اگر دقیق‌تر بگوییم عدم توجه به مسائل ایمنی در معادن به عنوان یک علم مهندسی می‌باشد.

بر اساس جدیدترین نشریات علمی، تکنیک‌های رایج پیشگیری از انفجار در معادن زیرزمینی زغالسنگ عبارتند از: ۱- پاشش پودرسنگ، ۲- کیسه‌های آهک و آب، ۳- اجرای صحیح مسدودکننده‌ها، ۴- استفاده از پودر مهارکننده، ۵- تکنیک پرده بخار آب، ۶- تکنیک اتاق خلا، ۷- استفاده از مواد واسط متخلخل و ۸- سیستم فعال مهار نقطه انفجار. با توجه به حجم بالای مطالب و محدودیت‌های موجود، اشاره به تمامی موارد فوق در این مقاله امکان‌پذیر نبوده و فقط به سه روش اول پرداخته شده است.

روش اول: پاشش پودر سنگ

نحوه جلوگیری از انتقال انفجار

پودر سنگ پاشی صحیح در معادن زغالسنگ زیرزمینی می‌تواند از دوره مانع انفجار گرد زغالسنگ گردد. پودرسنگ پاشیده شده به‌عنوان عایق (ایزوله کننده) عمل کرده، گرمای فیزیکی را کاهش داده و انرژی شیمیایی را جذب می‌نماید. وزن بیشتر پودر سنگ به نسبت گرد زغالسنگ، باعث

حضور متان در جریان هوای تهویه معدن، به ازای هر ۰/۱ درصد متان، ۱٪ مواد غیرقابل اشتعال برای هوای ورودی و ۰/۴ درصد برای هوای خروجی موجود موردنیاز می‌باشد. برای مقابله با اندازه ذرات گرد زغالسنگ تولیدشده توسط ماشین‌آلات مدرن معدن زغالسنگ، سازمان MSHA استاندارد پودر سنگ پاشی را در ۲۳ سپتامبر ۲۰۱۰ افزایش داد. مقررات جدید، مقدار محتوای غیرقابل انفجار (Total Incombustible Content-TIC) حاصل از ترکیب گرد زغالسنگ، پودر سنگ و گردوغبارهای دیگر را حداقل ۸۰٪ در معادن زغالسنگ زیرزمینی در نظر گرفته و همچنین افزایش ۰/۴ درصدی این مقدار به ازای حضور هر ۰/۱ درصد گاز متان در هوای تهویه را مقرر کرده است.

چه ترکیبی استفاده شود؟

آزمایش‌ها نشان می‌دهد که پودر سنگ‌های مختلف (به‌عنوان مثال، سنگ آهک، دولومیت و منیزیت) اثر مشابهی بر خنثی‌سازی گرد زغالسنگ دارند. با این حال، آزمایش‌ها برای پودر دولومیت نشان می‌دهد که هرچه اندازه ذرات پودر این سنگ کمتر باشد، مقدار کمتری از آن برای خنثی‌سازی گرد زغالسنگ موردنیاز می‌باشد پودر سنگ آهک و یا دیگر سنگ‌ها هنگام خیس شدن به راحتی خشک‌شده و به هم چسبیده و در اثر موج انفجار به‌سختی پخش می‌شوند. به‌احتمال زیاد پودر سولفات کلسیم (CaSO_4) هنگام حضور گرد زغالسنگ بهترین گزینه در این خصوص بوده ولی این موضوع آزمایش‌های بیشتری را می‌طلبد.

رعایت اصول ایمنی

گردوغبار سنگ از لحاظ ایمنی و بهداشت به‌عنوان عاملی مزاحم محسوب شده که نباید اجازه داد تأثیر منفی بر سلامتی کارگران معدن به‌ویژه برای کارگرانی که اجرای این عملیات را به‌عهده دارند داشته باشد. مهم‌ترین عامل در نظر گرفتن محتوای سیلیس (SiO_2) می‌باشد. هر تجمع گردوغبار با حضور سیلیس بالا در ریه و واکنش بافت ریه به آن معمولاً به‌عنوان بیماری نموکونیوسیز (pneumoconiosis) نامیده می‌شود بنابراین، برای سلامتی معدنچیان، سازمان MSHA مقدار مجاز محتوای قابل انفجار پودر سنگ را حداکثر ۵٪ و مقدار سیلیس آزاد و ترکیبی (SiO_2) را حداکثر ۴٪ اعلام نموده است.

روش دوم: کیسه‌های پودر سنگ و کیسه‌های آب

در ابتدا، کیسه‌های پودرسنگ به‌عنوان روشی متداول به‌منظور کنترل انتشار انفجار در گالری‌های معادن زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گرفت. این کیسه‌های پرشده با خاک بر روی تخته‌های نصب‌شده روی یک محور در عرض گالری قرار داشتند. کیسه‌ها از ۳۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هر متر طول تخته تفاوت وزن داشتند. تعدادی از این تخته‌ها در یک طول کوتاه از گالری تهویه قرار می‌گرفتند تا سد

می‌شود پودر سنگ به‌عنوان عایق عمل کرده و از پخش گرد زغالسنگ به هوا جلوگیری می‌کند. این عملکرد زمانی بهینه خواهد بود که سرعت انتشار شعله آتش در جلو کمتر از سرعت صوت باشد. با جلوگیری از پخش شدن ذرات گرد زغالسنگ در هوای معدن، رسیدن به حد پایین اشتعال‌پذیری بسیار بعید می‌باشد.

در صورت وقوع انفجار گاز متان، سرعت انتشار انفجار در اندک زمانی بیش از سرعت صوت شده و باعث تولید موج ضربه‌ای می‌شود. موج ضربه‌ای قادر است ذرات گرد زغالسنگ و پودر سنگ را در هوای معدن معلق نماید. تحت این شرایط، پودر سنگ معلق همراه با گرد زغالسنگ به‌عنوان کاهش‌دهنده گرمای فیزیکی انفجار عمل کرده و باعث تعادل دمای هوای معدن با گردوغبار می‌شود. هرچه دمای هوای معدن در فاصله کوتاه‌تری از منبع اشتعال، کمتر از حداقل دمای لازم برای انفجار گرد زغالسنگ شود، احتمال انفجار گرد زغالسنگ کمتر می‌شود. بنابراین، اثر کاهش درجه حرارت ناشی از پودرسنگ پاشی مناسب در معدن می‌تواند احتمال آتش‌سوزی گرد زغالسنگ را در معدن کاهش دهد.

چه غلظتی مناسب است؟

روش پودر سنگ‌پاشی در کشورهای بزرگ تولیدکننده زغالسنگ به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. با این حال، استانداردهای کیفی و کمی برای این موضوع تا حدودی متفاوت است. اساس این تفاوت می‌تواند مربوط به میزان گردوغبار زغالسنگ، غلظت متان در هوای معدن، درجه زغالسنگ و غیره باشد. در ابتدا، استاندارد مجاز پودرسنگ پاشی در معادن زغالسنگ ایالات متحده آمریکا مقدار ۶۵٪ (محتوی غیرقابل انفجار IC-Incombustible Content) در گالری‌های تهویه غیر بازگشتی و ۸۰٪ در گالری تهویه بازگشتی بوده است. در صورت

اثر مسدودکننده‌ها از دو جنبه می‌تواند موردبحث قرار گیرد: اولین موضوع کیفیت مسدودکننده‌ها می‌باشد. قبل از سال ۲۰۰۶، مقررات فدرال، معین کرده بود که مسدودکننده‌ها در برابر فشار انفجار مقاومت ۲۰ پوند بر اینچ مربع (۰/۱۳۸ مگاپاسکال) داشته باشند. پس از فاجعه معدن Sago، قانون فدرال به منظور محافظت از کارگران معدن، حداقل مقاومت مورد نیاز برای مسدودکننده‌ها در معدن زیرزمینی را افزایش داد. در ۱۸ آوریل ۲۰۰۸، سازمان MSHA «آخرین قانون در خصوص مسدودسازی بخش‌های غیرفعال در معدن» را صادر کرد که شامل الزامات در خصوص مقاومت، طراحی و ساخت مسدودکننده‌ها می‌باشد. قانون جدید MSHA در خصوص مسدودکننده‌ها شامل موارد زیر می‌باشد (MSHA ۲۰۰۸):

- دارای مقاومت ۵۰ پوند بر اینچ مربع (۰/۳۴۵ مگا پاسکال) بوده اگر بخش ایزوله دائماً پایش شده و خنثی نگه‌داشته شود
- دارای مقاومت ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع (۰/۸۲۷ مگا پاسکال) بوده اگر بخش ایزوله مورد پایش قرار نگیرد
- دارای مقاومت بیش از ۱۲۰ پوند بر اینچ مربع (۰/۸۲۷ مگا پاسکال) بوده اگر بخش ایزوله پایش نشده و شرایط خاصی وجود داشته باشد که باعث ایجاد فشار انفجار بالاتری شود.

با توجه به الزامات بالاتر، روش‌های جدید طراحی و مواد مصرفی برای ساخت مسدودکننده‌ها برای مطابقت با معیارهای جدید طراحی فشار انفجار موردنیاز می‌باشد. با توجه به معیارهای طراحی ذکرشده در بالا، یکپارچگی ساختاری بهتری برای مسدودکننده‌ها موردنیاز است. این موضوع شامل افزایش ضخامت، مقاومت برشی یا مقاومت خمشی داخلی و غیره می‌شود.

بنابراین، مسدودکننده‌های جدید می‌توانند ظرفیت بالاتری برای جلوگیری از گسترش گاز و نشت هوا از خود نشان دهند. محققان و مهندسان معدن در حال حاضر موضوع نشت هوا از مسدودکننده‌ها را در نظر گرفته‌اند. کارکنان سازمان MSHA دستورالعمل‌های آزمایشی برای میزان قابل قبول نرخ نشت هوا از مسدودکننده‌ها را ارائه داده‌اند. جدول ۱ حداکثر نرخ قابل قبول نشت هوا برحسب فوت مکعب در دقیقه را نشان می‌دهد.

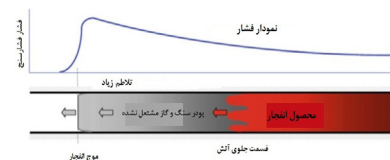
جدول ۱: راهنمای تجربی منتشرشده توسط سازمان MSHA برای نشت هوا از مسدودکننده.

اختلاف فشار (اینچ آب)	نشت هوا از مسدودکننده‌ها (فوت مکعب بر دقیقه)
Up to 1.0 (249 Pa)	$\leq 100 (4.72 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s})$
Up to 2.0 (498 Pa)	$\leq 150 (7.08 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s})$
Up to 3.0 (747 Pa)	$\leq 200 (9.44 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s})$
More than 3.0 (747 Pa)	$\leq 250 (11.80 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s})$

معدن زغال‌سنگ زیرزمینی در کشور چین ثابت شده است. بنابراین امروزه ضرورت و نیاز کیسه‌های آب در معدن زیرزمینی توسط کارشناسان و مهندسان موردتردید قرار گرفته و در حال مطالعه و بررسی‌های بیشتر می‌باشد (شکل ۲).

شکل ۲: وقوع انفجار و رفتار شعله پیش رو در اثر شوک موج انفجار (McPherson ۱۹۹۳)

روش سوم: مسدودکننده‌ها



قانون فدرال سلامت و ایمنی معدن زغال‌سنگ (قانون زغال‌سنگ ۱۹۶۹) که در راستای قانون MINER می‌باشد، بیان کرده بود که اپراتورهای معدن می‌بایست مناطق متروک و غیرقابل کار (غیرفعال) از معدن زیرزمینی زغال‌سنگ را به‌وسیله «دیوار جداکننده ضد انفجار (explosion proof bulkheads) که از مواد «جامد، محکم و غیرقابل احتراق» ساخته‌شده است جهت ایمنی معدن کاران ایزوله نمایند. در حال حاضر، مسدودکننده‌ها بیشتر در معدن زغال‌سنگ زیرزمینی ایالات متحده اجرا و استفاده می‌شوند. هدف از ایجاد و ساخت مسدودکننده‌ها نه تنها برای بهبود اثربخشی تهویه از طریق جدا کردن بخش‌های غیرفعال یک معدن از بخش‌های فعال، بلکه برای جلوگیری از انفجاری است که ممکن است در فضای ایزوله رخ داده و باعث جلوگیری از انتشار انفجار به خارج از بخش ایزوله می‌شوند. به‌طور کلی، مسدودکننده‌ها قادر به جلوگیری از انفجار، کنترل نشت گازهای سمی به بخش‌های فعال معدن و همچنین به حداقل رساندن نشت هوای تازه به مناطق ایزوله شده می‌باشند. همچنین ساختن مسدودکننده‌ها یک اقدام برای مقابله با حوادث پیش رو در معدن به‌خصوص خطر انفجار می‌باشد. مثالی از مسدودکننده برای بخش تخریب‌شده از معدن در شکل ۳ نشان داده‌شده است.

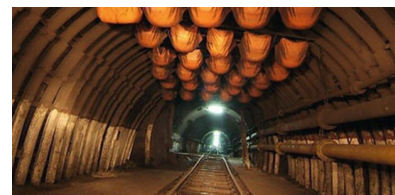


شکل ۳: مسدودکننده ساخته‌شده از پنل‌های Kennedy و بلوک‌های Omega برای بخش تخریب‌شده

کاملی از خاک را ایجاد نمایند. هدف این بود که تخته‌ها و کیسه‌های پر از خاک متصل به آن‌ها در اثر موج ضربه حاصل از انفجار وارونه شده و پودر سنگ و گردوخاک ناشی از آن‌ها در هوا پخش‌شده که از انتشار شعله انفجار جلوگیری می‌کرد.

با این حال، مشکلات «کیک‌شدگی» گردوغبار سنگ اثر آن را در کنترل انفجار محدود می‌کند. از دهه ۱۹۸۰، سدهای آبی (کیسه‌های آب) به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان یک اقدام برای کاهش انفجار در معدن زیرزمینی چین استفاده‌شده است. اصول عملکرد کیسه‌های آب شبیه به کیسه‌های پودر سنگ می‌باشد. در اثر انفجار، شوک موج انفجار، کیسه‌های آب را وارونه کرده و در هوا پخش می‌کند. آب آزادشده، در صورتی که با شعله حاصل از انفجار ترکیب شود به طرز چشمگیری حرارت را کاهش داده و شعله را خاموش می‌کند.

اثر آب بر جلوگیری از انفجار گاز و گرد زغال‌سنگ در معدن تحت شرایط آزمایشگاهی خاص آشکار می‌باشد (شکل ۱). وقوع انفجار در یک گالری معدن زیرزمینی از سه مرحله انفجار کند، انفجار سریع و انفجار اصلی تشکیل می‌شود. سرعت اولیه شعله‌های انفجار تنها ۳ متر بر ثانیه است. با این حال، مرحله انفجار کند شتاب می‌گیرد و سرعت شعله انفجار را به ۳۰۰ متر بر ثانیه می‌رساند. بخش جلویی انفجار مانند یک پیستون عمل کرده و گازی که در جلو قرار دارد و هنوز شعله‌ور نشده است را متراکم می‌کند. در اثر شوک موج انفجار و شوک شعله پیش روی انفجار، گاز شعله‌ور نشده به سمت چپ سرعت گرفته و باعث افزایش فشار استاتیک در این ناحیه می‌شود (شکل ۲).



شکل ۱: سدهای آبی (کیسه‌های آب) در معدن زغال‌سنگ زیرزمینی در کشور چین
این افزایش فشار شعله پیش روی انفجار تجمع فشار (Pressure Piling) نامیده می‌شود. بنابراین، هنگامی که یک انفجار اتفاق می‌افتد، موج شوک انفجار به‌طور مؤثر باعث وارونه شدن کیسه‌های آب در تونل‌های زیرزمینی می‌شود. بایستی توجه شود که معمولاً آب به‌خوبی در فضا پخش نشده و ذرات آب برای مدت کوتاهی به‌صورت معلق باقی می‌مانند، یعنی آب ممکن است هیچ تأثیری برای خاموش شدن انفجار نداشته باشد. بنابراین، اثر کیسه‌های آب به‌عنوان سدهای جلوگیری‌کننده از انفجار خیلی کم می‌باشد. عملکرد ضعیف این کیسه‌ها در جلوگیری از انتشار انفجار در چندین حادثه

حضور شرکت گسترش و نوسازی معادن خاورمیانه در شانزدهمین نمایشگاه بین المللی متالورژی ، فولاد، ریخته گری، ماشین آلات و صنایع وابسته اصفهان (Metalex ۲۰۲۴)



استقرار و نگهداشت سیستم مدیریت یکپارچه کیفیت IMS و سیستم مدیریت دانشی در ممرادکو (سال ۱۴۰۳)

در راستای اهداف کلان سازمان و تاکید مدیرعامل محترم ممرادکو نسبت به استقرار و پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه کیفیت IMS و مدیریت دانش، استقرار و جاری سازی پروژه های مذکور، از ابتدای سال جاری با کمک مشاور (شرکت توسعه مدیریت آتیه امید ایرانیان) آغاز شده است. همچنین جلسه ارزیابی مدیریت دانش ممرادکو به صورت حضوری و آنلاین با مجتمع های زغال سنگ طبرس، مس چاه موسی و آهک و دولومیت کرمان با حضور مدیرعامل محترم ممرادکو و مدیران و همکاران ستادی و مجتمع ها در تاریخ ۲۸ شهریور ۱۴۰۳ برگزار شد.

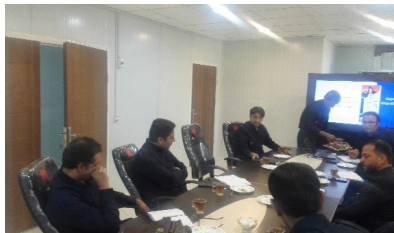


فرآیند ارزیابی جایزه مدیریت دانشی
انجمن مدیریت ایران در شرکت بابک مس
ایرانیان (تاریخ ۲۱ شهریورماه ۱۴۰۳)

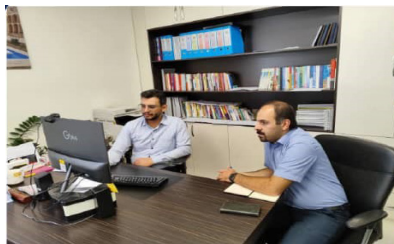


پیاده سازی چرخه مدیریت بهره وری در
شرکت فولاد زرند ایرانیان-معدن جلال آباد
زرند

در ادامه طرح پیاده سازی چرخه مدیریت
بهره وری در میدکو، در تاریخ ۱۹ شهریور
جلسه آشنایی مدیران و مسئولین کارفرمایی
معدن جلال آباد، با چرخه بهره وری و فازهای
پیاده سازی، در محل معدن برگزار شد.
در این جلسه آقای دکتر باقری و آقای
مهندس حسن زاده به نمایندگی از اعضای حاضر
در جلسه در ابتدا به شرح کلی فعالیت های
در حال انجام در معدن جلال آباد پرداختند و
در ادامه تیم مشاور، گام ها و رویکرد میدکو
در موضوع چرخه بهره وری را ارائه نمود و
در نهایت با استقبال مدیران مربوطه، مقرر
شد که به منظور ادامه همکاری، شاخص های
ارزیابی بهره وری با همکاری تیم مشاور تدوین
گردد.



برگزاری ممیزی داخلی سیستم های
مدیریت یکپارچه (IMS) در دفتر کرمان
شرکت بابک مس ایرانیان (تاریخ ۳۰ مردادماه
۱۴۰۳)



جلسه کمیته تعالی سازمانی ستاد هلدینگ
میدکو در دفاتر تهران و کرمان (تاریخ ۷
شهریورماه ۱۴۰۳)



فرآیند ارزیابی جایزه مدیریت دانشی
مدیریت ایران در ستاد میدکو (تاریخ ۲۴
شهریور ماه ۱۴۰۳)



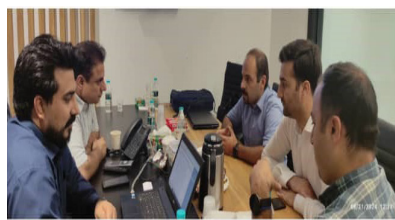
دوره آشنایی با اصول و مفاهیم مدیریت
دانش سازمانی و تجربه نگاری در دفتر تهران
ستاد هلدینگ میدکو (تاریخ ۳۱ مردادماه
۱۴۰۳)



جلسه ژورنال کلاب در شرکت فولاد زرند
ایرانیان با موضوع معماری و مدیریت فرایند
های سازمان (تاریخ ۶ شهریور ماه ۱۴۰۳)



جلسه تحلیل و بررسی نرم افزار مدیریت
انرژی بر مبنای استاندارد ۵۰۰۰۱ با حضور
همکاران شرکت های فولاد بوتیای ایرانیان،
فولاد سیرجان ایرانیان و ستاد میدکو (تاریخ
۳۱ مرداد ماه ۱۴۰۳)



معرفی مجتمع مس چاه موسی

مجتمع مس چاه موسی با بهره گیری از فناوری تغلیظ هیدورمتالورژی و الکترووینینگ احداث شده است. این کارخانه با ظرفیت تولید سالانه ۵۰۰ تن مس کاتدی با خلوص ۹۹.۹۹٪ به عنوان اولین سرمایه گذاری شرکت مادر تخصصی هلدینگ میدکو (بصورت پابلسوت) و همچنین اولین بخش خصوصی تولید کاند مس در شمالشرق کشور در راستای راه اندازی معادن کوچک محسوب می شود. همچنین واحد تانک لیچینگ با ظرفیت ۳۰۰ تن مس کاتدی در سال جاری به بهره برداری می رسد و با اتمام طرح توسعه مجتمع چاه موسی در سال آتی، ظرفیت کل مجموعه به ۲۰۰۰ تن مس کاتدی ارتقا پیدا می کند. این مجتمع با بهره گیری از تکنولوژی مزبور در کاهش آلودگی محیط زیست و مصرف بهینه انرژی نقش موثر داشته است و همچنین این واحد به عنوان واحد سبز کشوری در حوزه محیط زیست مفتخر به دریافت تندیس سبز معدنی از سوی سازمان محیط زیست در سال های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ شده است.

