



موسسه آموزش عالی علامه جعفری
(غیر انتفاعی - غیر دولتی)

دانشگاه علامه جعفری رفسنجان

مهندسی معدن

بررسی آتشباری و مواد منفجره مصرفی در معدن مس سرچشمه

استاد راهنما

جناب آقای مهندس نقیب زاده

دانشجو

اکبر میرزائیان پور رنجبر

شهریور ۹۴

چکیده

در این پروژه بررسی نحوه عملکرد مواد منفجره مصرفی در معدن مس سرچشمه، پارامترهای موثر در انفجار و عوارض ناشی از آنها مورد بحث قرار می‌گیرد.

در فاز مطالعاتی، نخست وضعیت سنگ از نظر جنس آن و نوع آلترسیون مورد بررسی قرار گرفت. پس از این مرحله مواد منفجره صنعتی مورد استفاده در مجتمع مس سرچشمه در چهار مورد خاص به همراه چگونگی عملکرد هر کدام بررسی شد. همچنین طراحی پارامترهای فیزیکی چالها از قبیل *spacing* و *burden* به همراه تئوریهای مربوط به چگونگی تاثیر انرژی ماده منفجره، نحوه خردایش و الگوهای مختلف انفجار مورد مطالعه قرار گرفت. وضعیت حفاری و انفجار در معادن بزرگ کشور نیز در این پژوهش بررسی شده است. اما بخش اصلی و عمده پروژه بررسی پارامترهای مختلف انفجار و عوارض مربوط به آن می‌باشد. این عوارض به ترتیب شامل: خردشدگی، شکستگی های نامطلوب، پرتاب سنگ، لرزش زمین و انفجار هواست. عوامل ایجاد آنها، بدنه اصلی این پروژه را تشکیل می‌دهد.

در انتها نیز نتیجه گیریها و پیشنهادات مربوط به چگونگی استفاده از مواد منفجره و راههای کاهش عوارض سوء ناشی از انفجار ارائه گردیده است.

۱-۱ مقدمه

شرکت ملی مس ایران عهده دار امر اکتشاف و استخراج معادن مس ایران و تولید محصولات حاصل از سنگ معدن و فلز مس است. در حال حاضر عمده ترین تولیدکننده مس در ایران مجتمع مس سرچشمه ایران می باشد. این مجتمع از بخش های زیر تشکیل شده است:

۱. معدن مس سرچشمه

۲. کارخانه تغلیظ

۳. کارخانه ذوب

۴. پالایشگاه

۵. کارخانجات ریخته گری پیوسته و نیمه پیوسته

الف- سنگ سولفیدی

ب- کنسانتره مس و مولبیدن

ج- مس بلیستروود

د- مس کاتد

ه- اسلب، بیلت و مفتول

مواد منفجره صنعتی، کاربرد آنها و بررسی

چگونگی طراحی پارامترهای فیزیکی چال

احتمالاً کاربرد مواد منفجره از قرن سیزدهم میلادی شروع شده است. شاید اولین کاربرد مواد ناریه برای خرد کردن سنگها در معادن مربوط به سال ۱۶۲۵ و با استفاده از باروت در محل فعلی کشور مجارستان می باشد. در سال ۱۸۶۵ آلفرد نوبل برای اولین بار موفق به ساخت ترکیبی از دیاتومیت و نیتروگلیسرین گردید، در مقایسه با باروت قدرت انفجاری آن خیلی بیشتر بود. اما همچنان عمدتاً تا اوایل سال ۱۹۰۰ میلادی باروت سیاه به عنوان ماده منفجره به کار می رفت. [۲۷]

در اواخر سال ۱۹۵۰ مخلوط نیترات آمونیوم و گازوئیل (انفو) مورد استفاده قرار گرفت و پس از آن نیز مواد منفجره ژله تولید شد. در ۱۹۷۰ مواد منفجره مولسیون به بازار آمد که امروز تحول جدیدی را در انفجار چالهای آبدار ایجاد نموده است. در عین حال انفو همچنان به عنوان یکی از مهمترین مواد منفجره جهت انفجار چالهای خشک و بدون آب مطرح می باشد. در این فصل به صورت مختصر، مواد منفجره صنعتی مورد استفاده در مجتمع مس سرچشمه به همراه مشخصات فیزیکی و شیمیایی آنها و پارامترهای فیزیکی مربوط به طراحی چال بررسی می گردد. ضمناً ذکر این نکته ضروری است که بخش کوچکی از مطالب جمع آوری شده، متأسفانه بدون منبع و مأخذ مشخص و تنها براساس تجربیات و دانسته های ارزشمند صاحب نظران و کارشناسان این امر می باشد، که در اینجا مجدداً از آنها تشکر می کنیم.

۲-۲ آنفو (ANFO)

آنفو حروف اول کلمات (Ammonium Nitrate Fuel Oil) به معنی مخلوط نیترات آمونیوم و سوخت مایع است. نیترات به علت ارزانی و ایمنی زیاد به مقدار وسیعی در معادن مصرف می‌شود. به طور کلی آنفو شامل ۹۴٪ نیترات آمونیوم است که دانه‌های آن با مواد ویژه ضد کلوخه شدن (Anticake) پوشیده شده و حدود ۶۰٪ سوخت مایع نیز جذب نموده‌است. پیرامون مواد ضد کلوخه شدن باید گفت که این مواد از این جهت به نیترات آمونیوم افزوده می‌شود که اولاً از به هم چسبیدن دانه‌های نیترات و کلوخه شدن آنها جلوگیری نماید، و در مرحله بعد باعث گردد که دانه‌های نیترات آمونیوم از استحکام کافی در برابر تغییرات درجه حرارت و تغییران درصد رطوبت برخوردار شوند. این مواد که حداکثر به میزان ۱/۰٪ به نیترات افزوده می‌شوند، شامل: اسیدسولفوریک، F.F.A و یک نوع ماده‌الی که بر اساس ساختمان اسیدهای چرب تولیدشده، می‌باشد. [۲۰]

اسیدسولفوریک و F.F.A از تولیدات پتروشیمی شیراز بوده و برای افزایش استحکام دانه‌های گرانول به کار می‌رود. اما ترکیب سوم که در خارج از کشور تولید می‌شود، اولاً به دانه‌های نیترات حالت لغزندگی می‌دهد، ثانیاً باعث کاهش تأثیر آب روی نیترات آمونیوم می‌گردد و ثالثاً باعث می‌شود که نیترات تولیدی در برابر تغییرات درجه حرارت مقاوم باشد. البته لازم به ذکر است که میزان افزودن مواد ویژه ضد کلوخه شدن باید به اندازه‌ای باشد که روی جذب گازوئیل اثر منفی نگذارد. [۲۰]

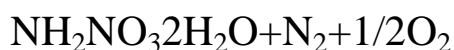
حساسیت آنفو به انفجار مربوط به ترکیب، خواص فیزیکی، ابعاد دانه‌ها و وزن مخصوص آن می‌شود. سرعت انفجار آنفو با ازدیاد قطر خرج اضافه می‌شود و حداکثر به 4300 m/s در قطر

۱۳ سانتی متر می رسد. ماکزیمم انرژی از انفجار هنگامی حاصل می شود که مقدار سوخت به ۵/۷ درصد برسد.

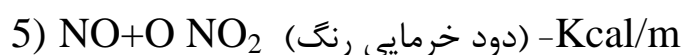
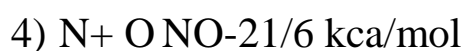
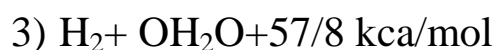
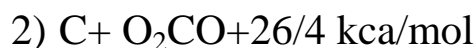
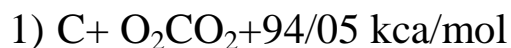
نمودار (۱-۲): تأثیر درصد سوخت روی انرژی انفو[۲]

۱-۲-۲ انرژی انفو

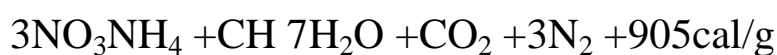
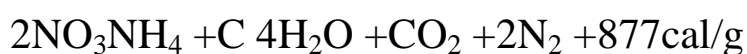
نیترات آمونیوم طی فعل و انفعالات پیچیده‌ای تجزیه می گردد که شاید ساده ترین نمایش آن به صورت زیر باشد



نیترات آمونیوم به علت وجود یک اتم اکسیژن اضافی، به عنوان اکسیژن دهنده در مواد منفجره به کار می رود و می توان موادی که به اکسیژن نیاز دارند به آن اضافه نمود. مخلوط ایده‌ال نیترات آمونیوم و سوخت همگانی است که تمام اکسیژن اضافی به مصرف سوخت مخلوط شده برسد و دیگر سوختی باقی نماند. در چنین حالتی تعادل اکسیژن در انفو صفر است و محصولات انفجار به نحوی هستند که ماکزیمم حرارت ممکن به وجود می آید. مخلوط AN و fo شامل: کربن (C)، هیدروژن (H)، ازت (N) و اکسیژن (O) است، و محصولات ناشی از ترکیب آنها به صورت زیر می باشد.



رابطه (۲) هنگامی به وجود می‌آید که میزان سوخت بیش از ۶٪ باشد. اما رابطه (۴) به علت کمبود میزان سوخت تشکیل می‌شود که بهتر است این حالت پیش نیاید. چرا که مقداری حرارت جذب می‌کند و انرژی انفجار را کاهش می‌دهد. اما در صورتی که میزان سوخت خیلی کم باشد یا دانه‌های نیتрат در مجاورت رطوبت قرار بگیرند رابطه (۵) تشکیل می‌شود. بدین ترتیب دو نوع ترکیب از نیترات آمونیوم و سوخت به صورت ایده‌آل می‌تواند منفجره شود. که عبارتند از:



همانگونه که از نمودارها نیز مشخص است، ماکزیمم انرژی حاصل در وضعیت تعادل اکسیژن صفر می‌باشد و کم و زیاد شدن سوخت در راندمان انفجار تأثیر منفی می‌گذارد. شیب منحنی در قسمت کم شدن سوخت بیش از قسمت اضافه شدن آن می‌باشد. این حالت بدین معنی است که کمتر شدن از حد مورد نیاز (۶٪) سوخت در راندمان ماده منفجره دارد. زیرا در صورت گیری انجام می‌شود که قبلاً پیرامون آنها بحث شده است.

۲-۲-۲ مشخصات نیترات آمونیوم مورد استفاده در تولید آنفو

در جدول (۱-۲) مشخصات نیترات آمونیوم قابل استفاده به همراه سوخت مشاهده می‌شود.

جدول (۱-۲) ابعاد دانه‌های نیترات آمونیوم در آنفو [۱۵]

| محدود دانه بندی | درصد تجمعی |
|--------------------|---------------|
| ۶ تا ۱۰ مش | ۲۲/۸ |
| ۱۰ تا ۱۲ مش | ۳۲ |
| ۱۲ تا ۱۴ مش | ۳۲/۷ |
| ۱۴ تا ۱۶ مش | ۸/۹ |
| ۱۶ تا ۲۰ مش | ۳/۴ |
| ۲۰ تا ۳۵ مش | ۰/۲ |

هرچند رده بندی های مختلفی برای ابعاد دانه‌های نیترات ارائه شده‌است، اما در کارخانه اموبیت پلنت تستها کنترل بر اساس اینکه ابعاد اغلب دانه‌های نیترات آمونیوم بین ۲ تا ۲ میلی متر باشد، انجام می‌شود.

دانه‌های نیترات باید به حد کافی استحکام داشته باشند تا در اثر حمل و نقل خرد نشود و نیز باید بتوانند حداقل ۶٪ سوخت مایع را در خود نگهدارند. همچنین PH محلول یک مولار نیترات آمونیوم باید در حدود ۴ تا ۵ باشد. در مورد جذب گازوئیل دو تست مختلف روی دانه‌های نیترات آمونیوم انجام می‌شود. در آزمایش اول که تست ۲ ساعته می‌باشد، باید نیترات

۵/۵ درصد وزن خود گازوئیل جذب نماید. در آزمایش دوم که تست ۱۶ ساعته است، این میزان

باید در حدود ۹ درصد باشد [۲۵]