



گزارش کارآموزی ۱

محل کارآموزی :

معدن سنگ آهک آبلو

(شرکت سیمان مازندران)

حسین عسکری

کارآموز :

۸۰۲۱۳۴۲۱

شماره دانشجویی :

مهندسی معدن (گرایش اکتشاف)

رشته :

تابستان ۸۳

فهرست مطالب

۲	پیشگفتار
۳	مقدمه
۵	تاریخچه شرکت سیمان مازندران
۶	تاریخچه و موقعیت جغرافیایی معدن
۷	زمین شناسی معدن
۹	عملیات اکتشافی
۱۰	حفاری های مغزه گیری
۱۲	استخراج
۱۴	حفاری و آتشیاری
۲۰	بار گیری
۲۱	ماشین آلات موجود در معدن

پیشگفتار

احتیاجات روزافزون، بشر را وادار به تلاش و کاوش می کند به طوری که از ذخایر طبیعی موجود حد اکثر بهره را ببرد. مواد معدنی و سوخت ها که در اعماق زمین یافت می شوند معادن مختلفی را تشکیل می دهند که محصولشان از زمان های بسیار قدیم مورد استفاده قرار گرفته و احتیاجات بشر را مرتفع می سازند.

توانایی و عظمت کشور ها به مقدار ذخایر زیرزمینی و حدود استفاده از آن بستگی دارد. در کشور عزیز ما مواد معدنی گوناگونی به حد وفور وجود دارد و چون بهره برداری از آن همواره مورد توجه می باشد شکی نیست که معادن ایران نیز به بهترین وجهی مجهز و استخراج خواهد شد.

طراحی معدن، فرایند پیچیده ای است که مستلزم آگاهی از علوم و فنون مختلف همچون زمین شناسی، عملیات معدنکاری، خدمات معدنی، تخمین هزینه ها و تحلیل های اقتصادی است. از آنجا که طراحی معدن به گستره وسیعی از رشته های مختلف نیاز دارد لذا طراحی کامل معدن، یکی از پرخواسته ترین جنبه های مهندسی معدن است.

به لحاظ این که ذخایر معدنی یکبار قابل استخراج است و مثل مواد اولیه کشاورزی به طور مکرر قابل استفاده نیست، باید در روش بهره برداری یا انتخاب روش استخراج مسئولیت بیشتری حس کرد و توجه بیشتری به فن معدنکاری و روش های استخراج داشت. ذخایر معدنی ثروت خدادادی و هدر دادنش ناشکری است. کارگاه استخراجی منبع اصلی سود دهی یک معدن بوده و به همین دلیل با انتخاب صحیح روش استخراج می توان به اقتصاد معدن کمک کرد. در پاره ای از موارد برای سود دهی بیشتر و یا شتاب بخشیدن به تولید، مقداری از ماده معدنی که استخراج آن مشکل است، به جا گذارده می شود.

مقدمه

ذخایر مواد اولیه کارخانه سیمان نکا شامل بلوک های سنگ آهک (مواد تیترا بالا) و ذخایر مواد آلومینی و خاک رس (مواد تیترا پایین) که به صورت ذخایر روباره ای، سطح بلوک های آهکی را پوشانده اند.

در محدوده ای به وسعت حدود ۱۵۰ هکتار در مجاورت سنگ شکن (۱۰۰ تا ۱۵۰۰ متری کارخانه) قرار گرفته اند و ارتفاع شمالی و شمال غربی محل احداث کارخانه را تشکیل داده اند.

بخشی از این ذخایر در سال ۱۳۶۶ مورد اکتشاف مقدماتی قرار گرفته اند که نتایج آن به صورت گزارش زمین شناسی معدنی ذخایر سنگ آهک کارخانه سیمان نکا، به انضمام دو شیت نقشه های توپوگرافی و نقشه ها و پروفیل های زمین شناسی معدنی ارائه گردیده است.

نظر به این که وسعت گسترش محدوده معادن شرکت گسترش یافته است و نظر به این که پروژه افزایش ظرفیت تولید کارخانه و طرح توسعه کارخانه تا تولید مجموعاً ۷۰۰۰ تن کلینکر در روز که مقدمات آن در حال انجام است، لزوم انجام اکتشافات تفصیلی بر روی کل ذخایر و معادن که در این محدوده در اختیار شرکت می باشند و انجام طراحی استخراج و بهره برداری جهت تولید روزانه حداقل ۱۱۰۰۰ تن مواد اولیه از معادن، آشکار گردید. لذا انجام اکتشافات تفصیلی و ارائه طرح استخراج و بهره برداری از معادن طی قرارداد ۵۳۷۱ مورخ ۸۱/۴/۱۲ به شرکت خدماتی صنعت سیمان، به عنوان شرکت مشاور، واگذار گردید.

گروه اکتشاف شامل زمین شناس و معدن شناس و نقشه بردار از تابستان ۸۱ در منطقه مستقر گردید.

عملیات صحرائی شامل پیمایش های زمین شناسی معدنی، حفر ترانشه های اکتشافی، برداشت های توپوگرافی و زمین شناسی معدنی، انجام حفاری های مغزه گیری و انجام نمونه برداری سیستماتیک از ترانشه ها طی ۷ ماه انجام پذیرفت و کار های دفتری شامل تهیه نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی معدنی و تهیه پروفیل های زمین شناسی معدنی، آنالیز نمونه ها، تعبیر و تفسیر داده ها و طراحی استخراج و بهره برداری از ذخایر نیز جمعاً

۸ ماه به درازا کشید که نشان دهنده حدود ۱۵ ماه فعالیت صحرایی و دفتری مستمر جهت این امر بوده است.

کل اطلاعات زمین شناسی معدن و استخراج به دست آمده در طرح اکتشافات تفصیلی و طراحی استخراج معادن، بر روی ۹ ورقه (Sheat) ارائه گردیده است. به طوری که با مطالعه این نقشه ها حتی بدون مراجعه به متن گزارش، می توان به کلیه اطلاعات معدن دست یافت.

تاریخچه شرکت سیمان مازندران

به منظور تامین سیمان مورد نیاز استان مازندران مطالعات اولیه جهت تاسیس کارخانه سیمان توسط بانک اعتبارات صنعتی انجام گرفته و در همین رابطه شرکتی به نام شرکت سیمان گرگان و مازندران (سهامی خاص) به منظور انجام مطالعات و تحقیقات مورد لزوم در تاریخ ۵۱/۹/۱ با سرمایه اولیه ده میلیون ریال توسط بخش خصوصی تاسیس گردید. این شرکت منطقه وسیعی از استان مازندران بین رامیان تا آمل را جهت تاسیس کارخانه سیمان مورد بررسی قرار داده و از مجموعه مطالعات زمین شناسی نمونه برداریهایی به عمل آمد و از سنگ آهک و خاک رس شناسنامه ای تنظیم گردید که در بایگانی شرکت موجود می باشد.

پس از بررسیها و تحقیقات لازم با توجه به ذخیره سنگ آهک و خاک رس و مرغوبیت نسبی مواد اولیه جهت تولید سیمان محل فعلی را جهت احداث و بنای کارخانه انتخاب نموده اند. هرچند در زمینه نامساعد بودن محل کارخانه از خطرات ناشی از سیل دو رودخانه نکا و لکشا هشدارهایی اعلام شد ولی به علت طولانی شدن انتخاب محل احداث کارخانه خطرات ناشی از سیل را نادیده گرفته و محل فعلی به طور قطع مورد تصویب موسسین اولیه قرار گرفت.

پس از تعیین محل احداث کارخانه سیمان مازندران و گرگان (سهامی عام) در تاریخ ۵۳/۱۲/۸ در اداره ثبت شرکتها و مالکین صنعتی تهران به ثبت رسید. تاریخ تاسیس شرکت ۵۳/۱۰/۲۱ و مدت آن نامحدود می باشد. پس از تاسیس سیمان مازندران و گرگان مجمع عمومی موسس کلیه دارائیهای شرکت مورد بحث که مبلغ آن به ارزش دفتری حدود ۱۹ میلیون ریال بود به شرکت جدید التاسیس منتقل کرده است. برابر صورتجلسه مجمع عمومی عادی مورخ ۵۴/۲/۶ شرکت مذکور منحل شد. محل قانونی شرکت در تهران خیابان سمیه شماره ۱۰ طبقه سوم و مرکز فعالیت اصلی آن در روستای آبلو بخش نکا و توابع شهرستان بهشهر می باشد. نام شرکت طبق پیشنهاد استانداری مازندران و هیئت مدیره و تصویب مجمع عمومی فوق العاده در تاریخ ۶۰/۶/۸ به سیمان مازندران (شرکت سهامی عام) تغییر نموده است.

تاریخچه و موقعیت جغرافیایی معدن

معدن سنگ آبلو در سال ۵۲ اکتشاف شده است و در سال ۶۳-۶۲ به بهره برداری رسیده است. ذخیره تخمینی معدن در سال ۶۲ بیست و هفت میلیون تن بوده که نه میلیون و پانصد هزار تن آن برداشت شده است و هم اینک هفده میلیون و پانصد هزار تن باقی مانده است و برای به دست آوردن ذخیره قطعی در حال نقشه برداری مجدد می باشند.

بهره برداری از این معدن به شرکت معادن استان مازندران وابسته به وزارت معادن و فلزات واگذار گردید و چون هدف اصلی از تأسیس و راه اندازی معدن تأمین کردن سنگ آهک مورد نیاز کارخانه سیمان نکا و بر اساس توافقنامه ادی بهره برداری این معدن به شرکت سیمان نکا واگذار گردید که بر اساس پروانه بهره برداری حق استخراج ۶۰۰۰۰۰ تن در سال را دارند.

معدن سنگ آهک آبلو در استان مازندران و در جنوب شرقی نکا و در مجاورت روستای آبلو واقع شده است. راه ارتباطی اصلی این معدن به این صورت است که از جاده اصلی نکا _ بهشهر یعنی در قسمت شرقی نکا جاده ای فرعی به سمت جنوب منشعب می شود که از مجاورت روستای آبلو عبور می کند که طول این جاده تا کارخانه سیمان ۲,۵ کیلو متر می باشد. از لحاظ آب و هوایی این معدن در استان مازندران واقع شده است و آب و هوای آن مانند مازندران معتدل مرطوب است. طول جغرافیایی معدن ۵۳,۲۶ و عرض جغرافیایی آن ۳۶,۳۶ است.

زمین شناسی معدن

ذخایر سنگ آهک کارخانه سیمان نکا در مرحله مقدماتی مطالعات (۱۳۶۶) به صورت پنج بلوک قابل بهره برداری در حاشیه شمالی رودخانه نکا در فاصله ۱۰۰ متری (بلوک ۵) تا ۱,۵ کیلو متری (بلوک ۴) سنگ شکن کارخانه معرفی گردیده اند که هر بلوک را یک آبرو یا دره نسبتاً عمیق از بلوک دیگر مجزا می نموده، با پیشروی جبهه کارهای استخراجی و تغییر شکل مورفولوژی زمین که طی ۱۵ سال اخیر انجام شده است و اینکه در مطالعات تفصیلی حاضر کل ذخایر محدوده معدنی شرکت مورد نظر می باشند (در برداشت های سال ۱۳۶۶ عمدتاً بخش جنوبی ذخایر در دامنه ارتفاعات و محل سینه کارهای استخراجی مورد مطالعه قرار گرفته بود) ذخایر مواد معدنی کارخانه با در نظر گرفتن مورفولوژی عمومی ارتفاعات و موقعیت ذخایر و شرایط استخراج و بهره برداری به ۳ بلوک معدنی تقسیم بندی شده و در طراحی استخراج ملاک عمل بوده است.

ذخایر سنگ آهک، مربوط به یک واحد سنگی آهکی ضخیم لایه تا متوسط لایه از سازند لار است (ژوراسیک فوقانی) با روند عمومی شمال غربی - جنوب شرقی و با شیب عمومی ۱۲ درجه به طرف شمال شرق قرار گرفته است. که در این محدوده حدود ۱۲۰ متر از ضخامت سازند لار بیرون زدگی یافته و تشکیل بلوک های سنگ آهک مورد بحث را داده است. سطح فرسایشی سازند لار در این منطقه توسط رسوبات رسی، ماسه سنگ و کنگلومرای نئوژن (پلیستوسن) به صورت دگر شیبی پوشیده شده و عملکرد فرسایش (جدید - تازه) باعث گردیده رسوبات نئوژن به صورت عدسی هایی با شیب ۶ درجه به سمت شمال شرق و در بخش هایی از سطح فرسایش سازند لار، باقی مانده و بخش اعظم این رسوبات نئوژن، فرسایش یافته باشند. به عبارت دیگر واحد سنگی رسی، ماسه سنگی و کنگلومرای نئوژن به صورت دگر شیبی بر روی سازند لار قرار گرفته و در فرسایش بعدی، این واحد سنگی به صورت کلاهی های غیر ممتد بر روی سازند لار باقی مانده اند. کل ساختار مورد بحث توسط رسوبات رسی کواترنر با ضخامت نسبتاً زیاد پوشیده شده که مجموع واحد رسی (رس های جنگلی) و واحد سنگی نئوژن، به صورت مواد روباره ای کل سطح فرسایشی سازند لار را پوشانیده و تشکیل ذخایر مواد اولیه تیترا پایین کارخانه را داده اند. این ذخایر رسی (مواد تیترا پایین) عمدتاً قلع و Top ارتفاعات

یا بلوک های معدنی را تشکیل داده و بخشی نیز در دامنه های ذخایر و مجاور رودخانه قرار گرفته اند.

ضخامت ذخایر رسی در تاپ قله ها و دامنه ارتفاعات ، کمتر از امتداد دره ها است (پر شدگی دره ها توسط رس) و دارای شرایط استخراج و بهره برداری مناسبی می باشند. گسله های عرضی در امتداد و موازی دره های حد فاصل بین بلوک ها، واحد سنگی ژوراسیک (سنگ آهک) را قطع نموده و باعث جابجایی افقی و عمودی بین بلوک های مختلف سنگ آهک گردیده است. علاوه بر این گسله های عرضی، سیستم شکستگی ها و گسله های فرعی تر با تراکم زیاد در مناطق مختلف بلوک های آهکی دیده می شوند که تشکیل زون های شکستگی مختلف را در ذخایر آهکی تشکیل داده اند.

موقعیت زمین شناسی، استراتی گرافی و تکتونیک و مشخصات معدنی واحد های سنگی مورد بحث و شرح لیتولوژی دقیق آن ها در نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی معدنی تهیه شده (جمعاً ۹ مقطع در ۳ ورقه) دقیقاً مشخص گردیده است. به طوری که با مطالعه نقشه های فوق می توان به کلیه اطلاعات زمین شناسی معدنی ذخایر دست یافت.

عملیات اکتشافی

این معدن به صورت تپه ماهور هایی می باشد که ۳۰٪ آن خاک رس و ۷۰٪ آن ماده معدنی می باشد. امتداد لایه ها شرقی - غربی است که شیب این لایه ها ۱۲ الی ۲۰ درجه به سمت شمال می باشد و هر چه به سمت شمال پیش برویم باطله زیاد می شود.

آهک این منطقه مربوط به سازند لار (دوره ژوراسیک فوقانی) است، به این دلیل که فسیل آمونیت در این منطقه یافت شده است. لایه های سنگ آهک سازند لار در این منطقه از نظر استراتیگرافی از دو بخش تحتانی و فوقانی تشکیل شده اند. بخش تحتانی شامل سنگ آهک های نازک لایه تا ضخیم لایه به رنگ خاکستری تا کرم با آثاری از لایه های چرت و کنکریون سیلیس می باشد. بخش فوقانی سنگ آهک در این منطقه بیشتر از بخش تحتانی، ذخایر سنگ آهک کارخانه سیمان نکا را تشکیل می دهند که به صورت ماسیو به رنگ زرد تا صورتی می باشند که به دلیل عدم وجود لایه ها و کنکریون های چرت و سیلیس عیار بالایی دارد.

بر روی لایه های سنگ آهک سازند لار در بلوک های معدنی مورد بحث یک واحد سنگی متشکل از تناوب لایه های کنگلومرا، مارل، رس، ماسه سنگ و سنگ آهک به صورت دگر شیب قرار گرفته اند که ان رسوبات، رسوبات دریاچه ای دوره پلیوسن و پلیوستوسن در این ناحیه می باشد. ضخامت این رسوبات آواری متغیرند و در بعضی نقاط متجاوز از ۲۰ متر است.

گسل های عرضی با امتداد شمال شرقی - جنوب غربی و یک سری گسل های طولی با امتداد حدوداً شمال غربی - جنوب شرقی باعث جابجایی تکتونیکی در بلوک های سنگ آهک شده اند.

حفاری های مغزه گیری

به منظور به دست آوردن اطلاعات عمقی از ذخایر روباره ای و سنگ آهک، جمعاً ۵ گمانه اکتشافی طراحی گردید. دو گمانه در مرکز بلوک معدنی II به عمق های ۱۲۰ و ۱۴۸,۴۰ متر، دو گمانه بر روی بلوک III که عمق هر یک ۱۳۵ متر و یک گمانه بر روی بلوک شماره I به عمق ۸۷ متر حفر شده اند.

پراکندگی مناسب موقعیت گمانه ها در پلان یا فاصله گمانه ها نسبت به یکدیگر و اعماغ حفر شده در محل هر گمانه، حداقل ممکن بوده و سعی گردیده با حداقل حفاری به اطلاعات کافی عمقی دست یافته و با استفاده از اطلاعات به دست آمده از این حفاری ها، بتوان در مورد کیفیت و تغییرات آن در بلوک ها و ذخیره قابل بهره برداری اظهار نظر نمود. به عبارت دیگر به دلیل هزینه بسیار بالای حفاری، تعداد حفاری ها و عمق آنها طوری طراحی گردیده که در حد ایتیمم بوده و اطلاعا لازم را در حد قابل قبول ارائه نماید.

ستون گمانه ها (Colum sections) شامل تغییرات لیتولوژی اینتروال های نمونه گیری، شرح لیتولوژی، آنالیز شیمیایی و میزان بازیافت (Recovyer) مغزه در متر اژ مختلف و غیره در ستون های مربوط به هر گمانه در مقیاس ۱:۲۰۰ ارائه گردیده است. بر خورد گمانه ها در اعماق مختلف به زون های شکسته و اختلاط خرده آهک و خاک رس مختلف، باعث گردیده میزان ریکاوری مغزه در بعضی از اینتروال های نمونه برداری بسیار کاهش یابد و مغزه ها به صورت خرد شده و قابل دسترسی باشند.

به هر حال در انجام نمونه گیری کاملاً سعی گردیده که نمونه تهیه شده از مغزه ها و خرده مغزه های خارج شده از کربارل حتی المقدور نمونه شاخص از اینتروال مورد نظر بوده و در تشخیص عمق گمانه و اندازه اینتروال های نمونه گیری، از میزان متر اژ حفاری (شمارش دقیق تعداد راد در حین حفاری) بهره گیری شده است. از مغزه های سالم توسط دستگاه کرشکن نمونه گیری شده است (شکستن مغزه به دو بخش یا دو نیمه استوانه و انتخاب یک بخش به عنوان نمونه در طول اینتروال و گذاشتن نیمه دوم در جعبه به عنوان نمونه بایگانی) و در اینتروال هایی که مغزه به صورت خرده سنگ و خاک رس آمده

سعی شده از طریق اختلاط و متوسط گیری، نیمی از حجم نمونه جهت تهیه نمونه شاخص گرفته شده و نیم دیگر نیز بایگانی شود.

سیستم شکستگی ها و گسله های فرعی با تراکم زیاد و در جهات مختلف، بلوک های معدنی را قطع نموده و باعث گردیده در بعضی از مناطق واحد سنگ آهک به شدت تکتونیزه بوده و شکستگی های فراوان باعث خرد شدن سنگ آهک گردیده اند. در این زون های شکستگی نفوذ ثانویه خاک رس به همراه آب فرو رو، باعث تجمع خاک رس در خلل و فرج و شکستگی های فراوان توده سنگ آهک گردیده و ایجاد مخلوط طبیعی سنگ آهک (قطعات خرد شده سنگ آهک) و رس گردیده است، که بر حسب شدت و تراکم شکستگی ها در زون شکسته و میزان اختلاط رس با خرده سنگ ها و قطعات شکسته آهکی، مواد با تیترا مختلف تشکیل گردیده است. نمونه های اخذ شده که شاخص یک اینتروال نمونه گیری در طول چاه می باشند از سنگ شکن فکی با دهانه تنگ عبور داده شد. به طوری که قطر عناصر بعد از عبور از سنگ شکن، کمتر از ۲ میلی متر است سپس با تقسیم کن استاندارد هر نمونه کاهش حجم یافته و در نهایت حدود ۲۰۰ گرم از نمونه استحصال شده جهت تهیه پودر ۲۰۰ مش آسیاب گردیده است.

استخراج

به طور کلی معادن یا در زیر زمین یا در سطح و نزدیک زمین قرار دارند. روشهایی که برای استخراج آن گروه از معادن که در سطح زمین قرار دارند بکار برده می شوند را روش های استخراج معادن سطحی می نامند. در این روش ها معمولاً از سطح آنقدر باطله برداری صورت می گیرد تا به ماده معدنی دسترسی حاصل شود و چون عملیات باطله برداری و استخراج ماده معدنی در فضای باز صورت می گیرد محدودیتی از نظر استفاده ماشین آلات عظیم الجثه با قدرت و ظرفیت زیاد وجود ندارد. به همین دلیل تولید و ایمنی در این روش بالا و هزینه پایین خواهد بود چون هزینه استخراج پایین است امکان استخراج مواد معدنی با عیار پایین بالاخص در مورد ذخایر توده ای وجود دارد. بدین جهت روش های استخراج معادن سطحی خصوصاً روش روباز برای ذخایر توده ای که در سطح زمین قرار دارند نیز به کار برده می شود.

انواع روش های استخراج معادن سطحی :

به طور کلی روش های استخراج معادن سطحی را بر حسب نوع ذخیره و شیوه استخراج به چند گروه تقسیم بندی می کنند.

۱- روش روباز

۲- روش سطح برداری

۳- روش استخراج مسطحی

۴- روش استخراج کنتوری

۵- روش استخراج کواری

۶- درج و روش هیدرولیکی

روش استخراج در معدن سنگ آهک آبلو روش کواری می باشد. این روش برای استخراج معادن غیر فلزی مانند گرانیت، سنگ آهک، ماسه سنگ و غیره به کار می رود. این سنگ ها از نظر مکانیکی و شیمیایی مورد استفاده دارند و می توانند منشأ آذرین (گرانیت) یا رسوبی « سنگ آهک » یا دگرگونی مثل ماربل داشته باشند روش استخراج مشابه روش روباز است، منتهی از مواد منفجره نه برای خرد کردن بلکه برای ایجاد سطح آزاد به کار برده می شود.

مراحل استخراج در روس های سطحی :

۱- آماده سازی سطح زمین به کمک بلدوزر و گریدر

۲- حفاری بر روی باطله یا مواد معدنی

۳- انفجار باطله یا مواد معدنی

۴- بارگیری باطله یا مواد معدنی

۵- حمل باطله یا مواد معدنی

۶- بازسازی معدن

ترتیب کار در این معدن حفاری و آتشیاری است به این صورت که ابتدا پله ها را طراحی می کنند و ارتفاع و عرض و شیب را مشخص می کنند و بعد از بالا به پایین استخراج می کنند.

ارتفاع پله : فاصله عمودی بین پله تا پای پله را می نامند. ارتفاع پله بستگی به ماشین بارگیری، حمل، حفاری و قوانین ایمنی موجود در معدن دارد.

عرض پله : فاصله پای پله تا لبه پله بعدی را عرض پله می نامند.

شیب پله : زاویه ای است که بین خط افق و خط فرضی که لبه پله را به پای پله متصل می کند تشکیل می شود و بر حسب درجه اندازه گیری می کنند.

شیب نهایی معدن : زاویه ای است که دیواره نهایی معدن تشکیل می دهد و آن را بر حسب درجه اندازه گیری می کنند و زاویه ای که بین خط افق و خط فرضی که لبه بالاترین پله را به پای پایتترین پله متصل می کند بوجود می آید.

پله ایمنی : به منظور افزایش پایداری شیب و ایمنی در معدن پله های ایمنی در دیواره معدن ایجاد می شوند فاصله بین پله های ایمنی، شیب و پهنای آن بستگی به شرایط ژئوتکنیکی معدن دارد.

ارتفاع پله در معدن آبلو ۱۰ متر و عرض پله ها با توجه به کاربردها معین می شود، در این معدن عرض پله ایمنی ۶ متر و عرض پله باربرداری ۱۲ تا ۱۵ متر است.

حفاری و آتشیاری

بار سنگ (Burden) : نزدیکترین فاصله سطح آزاد هنگام انفجار تا محل چال را بار سنگ می نامند که می توان آن را به عنوان مهمترین و بحرانیترین متغیر در طراحی انفجار روباز بحساب آورد ضخامت بار سنگ در ارتباط مستقیم با سایر عوامل آتشیاری است و تغییرات آن اثری قاطع روی پیامد های انفجار خواهد داشت و اگر خطایی در انتخاب آن پیش آید اثرش در نتیجه آتشیاری خیلی بیشتر از سایر پارامترها است.

اگر ضخامت بار سنگ کم باشد پرتاب سنگ و لرزش هوا زیاد می شود، سرو صدای زیاد ایجاد می گردد و عملاً بخش مهمی از انرژی ماده منفجره به هدر می رود. با وجود بار سنگ باریک لازم است که فاصله ردیفی چال ها نیز کم شود و این امر بدین معنا است که برای خرد کردن یک توده سنگ نیاز به حفاری بیشتر و مصرف ماده منفجره بیش از اندازه است.

اگر ضخامت بار سنگ B بیش از مقدار مورد نیاز باشد مدت زمان حبس گازهای حاصل از انفجار در چال به درازا می کشد و همین امر موجب فشار آوردن به پشت چال و در نتیجه عقب زدگی زیاد می گردد. خرد شدگی کم می شود و جلوی پله سکو به وجود آمده و نا صاف می گردد و لرزش زمین زیاد می شود. اگر ضخامت بار سنگ خیلی بیش از مقدار صحیح آن باشد توده سنگ جلوی چال ها حرکت نکرده و انفجار منجر به تشکیل حفره می گردد که به همراه آن مواجه با لرزش زمین و پرتاب سنگ خواهیم بود. در محاسبه ضخامت حقیقی بار سنگ عواملی همچون آرایش چال ها و شیوه انفجار تأخیری مؤثر است.

فاصله ردیفی چال ها (Spacing) : فاصله بین چال ها در جهتی عمود بر ضخامت بار سنگ را فاصله ردیفی چال ها می گویند و آن را به S نمایش می دهند. اگر با انتخاب چاشنی کم تأخیری مناسب مقدار بار سنگ عوض شود فاصله ردیفی چال ها نیز خود به خود تغییر می کند. فاصله ردیفی چال ها معمولاً بیش از ضخامت بار سنگ می باشد.

اگر فاصله ردیفی چال ها (S) خیلی کمتر از بار سنگ انتخاب شود موج انفجار قبل از رسیدن به سطح آزاد به چال بعدی میرسد. تداخل این امواج از چالی به چال دیگر موجب ایجاد سر و صدا، لرزش هوا و تخریب انسداد دهانه چال می گردد و گاز ها در هوا پراکنده می شوند در نتیجه خرد شدن سنگ به نحو صحیحی صورت نمی پذیرد. قطعات درشت سنگ به وجود می آید و سکو در پای پله درست می شود.

اگر فاصله ردیفی چال ها بیش از مقدار مورد نیاز انتخاب شود یعنی فاصله بین چال ها زیاد باشد محل شکستن سنگ نا هموار خواهد شد و خرد شدگی نامناسب خواهیم داشت. سنگ ها در اطراف چال خرد می شود اما سنگ واقع ما بین دو چال درشت خواهد شد.

روش حفاری در این معدن روش ضربه ای چرخشی است. انتخاب صحیح قطر چال برای کسب حداکثر خرد شدگی و حائل خرد هزینه مهم می باشد. عوامل مهم موثر در اندازه قطر چال عبارتند از:

میزان استخراج

ارتفاع پله

نحوه خرد شدن، پرتاب سنگ و لرزش زمین

نوع ماده منفجره

سرعت حفر چال با قطر چال نسبت معکوس دارد. چال های قطور با سرعت کمتر از چال های کم قطر حفر می شوند. قطر چال ها (سر مته) در معدن سنگ آهک آبلو ۶۴ میلیمتر است. هزینه حفر چال و هزینه مواد ناریه با اضافه شدن قطر چال کاهش می یابد و به طور کلی هزینه خرد کردن یک توده سنگ در صورت حفر چال با قطر بیشتر کم می شود. اما به علت وجود قطعات بزرگ سنگ هزینه حمل، بارگیری و سنگ شکن افزایش می یابد. چال های قطور باید از هم فاصله داشته باشند و این امر موجب تمرکز خرج در نقاطی خاص از توده سنگ میشود که در نهایت می تواند معایب زیر را داشته باشد:

لرزش زیاد

خرد شدگی غیر یکنواخت

پرتاب زیاد سنگ

چال های با قطر کم به هم نزدیک هستند بدین لحاظ توزیع انرژی ماده منفجره بهتر از چال های قطور انجام می شود. در این مواد هزینه حفر چال زیاد می شود، اما لرزش زمین قابل کنترل می گردد، خرد شدگی سنگ یکنواخت می گردد و پرتاب را می توان به خوبی کم کرد.

وقتی که قطر چال زیاد باشد فاصله چال ها از هم یعنی B و S نیز زیاد خواهد بود. اینچنین طرح آتشکاری برای شرایط زیر مناسب است.
تولید زیاد باشد

لوازم بارگیری، حمل و نقل و سنگ شکنی بزرگ باشند.
تولید ترک و شکاف در کف پله بعدی ناشی از چال های قطور است و اگر کف پله یا سطح انتهایی چال ها از نظر ایجاد ترک و شکاف مورد شک باشد باید در انتخاب قطر چال توجه زیاد نمود. قطر چال و ارتفاع پله بر هم تأثیر متقابل دارند. در شرایط متعارف $K = (60 - 120) \varphi$ و در شرایط خاص ضریب های فوق تغییر می کند.

K ارتفاع پله به متر و φ قطر چال به متر است.

ارتباط بارسنگ B و قطر چال φ به این صورت است.

$$B = (20 - 40) \varphi$$

فاصله ردیفی چال ها برای آتشکاری متعارف از فرمول زیر به دست می آید.

$$S = (1 - 2) B$$

هر ضریب سفتی $\frac{K}{B}$ بیشتر باشد ضریب بزرگتری در فرمول فوق محاسبه می شود.

$$\text{ضریب سفتی} = \frac{\text{ارتفاع پله}}{\text{ضخامت بارسنگ}} = \frac{K}{B}$$

ارتفاع پله : مهمترین عوامل تعیین کننده ارتفاع پله به این قرارند :

مقدار استخراج روزانه

توپوگرافی زمین

مکانیک سنگ معدن و سنگ همراه

امکان دسترسی به ماشین آلات سنگین

ارتفاع پله با سایر عوامل معدنکاری طبق روابط زیر ارتباط پیدا می کند و در نظر گرفتن ارتفاع مناسبی برای پله های یک معدن روباز یا زیر زمینی بادر نظر گرفتن جمیع جهات باید صورت پذیرد.

هر چه ارتفاع پله بیشتر باشد طول چاه حفر شده بایستی بیشتر شود و حفر چال های طویل معمولاً دو اشکال اساسی را به همراه دارد.

انحراف چال

کندی سرعت حفر چال در عمق زیاد

لازم به ذکر است که پله منحصر به معادن رو باز نیست بلکه درپاره ای از روش های استخراج زیر زمینی نیز شکل استخراج پلکانی مجود دارد و در برخی از این موارد روش استخراج نقشی تعیین کننده در ارتفاع پله دارد.

اضافه حفر چال (U) :

در معادن رو باز حفر چال فقط از بالای پله تا تراز کف پایینی انجام نمی گیرد بلکه در بسیاری موارد حفر چال تا مقداری پایین تر از کف پله پایینی نیز ادامه داده می شود این مقدار را اضافه حفر چال می نامند.

اضافه حفر چال به دلیل زیر صورت می گیرد.

در انفجار هر چال محدوده ای به وجود می آید که ماگزیم تنش های ناشی از انفجار در آن واقع اند. این ناحیه از کف پله بالاتر است در صورتی که حفر چال ادامه داده شود ناحیه ماگزیم تنش نیز گسترده شده و به کف پله نزدیک می شود در حالت اول کف پله پس از انفجار نا صاف شده و به اصطلاح سکو یا قوزک در آن به وجود می آید که مانع حرکت ماشین آلات می گردد و تسطیح آن نیاز به حفاری و آتشکاری ثانویه دارد در حالی که در حالت دوم به علت وجود ماگزیم تنش در کف پله این وضعیت بوجود نخواهد آمد. بعلاوه باید توجه داشت که نیروی مورد نیاز برای شکستن سنگ در پای پله بیش از اواسط پله می باشد.

برای تعیین مقدار اضافه حفاری به صورت زیر عمل می کنیم .

مقدار اضافه حفر چال از رابطه زیر به دست می آید :

$$U = (0.2 - 0.5) B$$

برای چال مایل اضافه حفاری به مقدار زیر پیشنهاد می شود :

$$U = B \cotg \alpha$$

B بارسنگ و α شیب چال می باشد.

شیب چال :

در حفر چال قائم حفظ امتداد راحت تر از چال مایل صورت می گیرد اما امکان خرد نشدن سنگ ته چال بیش از چال مایل است و این امر مخصوصاً وقتی که چند سری چال آتش می شوند پیش می آید. و در این صورت سکوی ایجاد شده تدریجاً بزرگتر شده و ایجاد مشکل میکند با حفر چال های مایل این مشکل تا حدودی برطرف می شود و این بدان معنا است که مقدار بیشتری سنگ می توان استخراج کرد.

عقب زدگی نیز در چال مایل کمتر از چال قائم است.

حفر چال مایل موجب می شود که پله به شکل مایل در آید و این امر از نظر ایمنی واجد اهمیت است زیرا کمتر امکان ریزش سنگ پیش می آید.

در معدن سنگ آهک آبلو موارد بالا آنچنان رعایت نمی شود ، انحراف چال ها از حالت

قائم ۱۸ درجه است و اضافه حفاری هم به ندرت مورد توجه قرار می گیرد .

این معدن توسط پیمانکار اداره می شود و نحوه کار به این صورت است که حفاران بعد از این که چال ها را با تعداد مشخص آماده کردند، آن را تحویل آتشبار می دهند و آتشباری معدن به پیمانکار معدن مربوط نمیشود. نحوه آتشباری به این ترتیب است که در روز و ساعت معین یک مأمور از طرف نیروی انتظامی مواد ناریه را از انبار مهمات تحویل میگیرد و تا پایان کار آتشباران در محل انفجار حضور دارد تا نظارت کند که تمام مواد به طور کامل مصرف شود و کم کاری و یا سوء استفاده ای از مواد صورت نگیرد. آتشبار ابتدا یک دینامیت را که به آن چاشنی متصل است را در ته چال قرار می دهد بعد با توجه به عمق چال مقداری آنفو داخل چال می ریزد و در وسط آنفو (باز هم با توجه به عمق چال) یک یا چند دینامیت که فاقد چاشنی می باشد قرار می دهد و بعد از ریختن آنفو به طور کامل بالای آنفو را گل گذاری می کنند (برای جلوگیری از فرار گاز حاصل از انفجار). همه چال ها را به همین ترتیب خرج گذاری میکنند. تمام چاشنی ها توسط سیم به هم مرتبط اند و بعد از اتمام خرج گذاری همه کارگران از محدوده انفجار دور می شوند و آتشبار در

جانپناه فلزی قرار می گیرد وبعد از اتمینان از خالی بودن منطقه از اراد دکمه اکسپلازر را فشار می دهد و تمام چاشنی ها به طور همزمان منفجر می شوند و بلوک های خرد شده را بر جای می گذارد.

دینامیتی که حاوی چاشنی می باشد را پرایمر و آنرا که فاقد چاشنی است را بوسترمی گویند. اکسپلازر دستگاهی است که دارای دو دکمه آبی و قرمز و یک هندل می باشد و نحوه کار آن به این صورت است که دکمه آبی را نگه میداریم و حدود ۱۰ ثانیه هندل را می چرخانیم تا آمپر دستگاه به ۶۳۰ ولت برسد، اینک دستگاه آماده است ، با فشردن دکمه قرمز برق دستگاه به چاشنی ها منتقل شده و آن ها را تحریک می کند. این دستگاه قابلیت این را دارد که ۱۰۰ تا ۱۵۰ چاشنی را به طور همزمان منفجر کند.

هر ۷ دینامیت یک کیلوگرم است. در هر متر از چال ۵ کیلوگرم آنفو و ۲۲ گرم دینامیت مصرف می شود. در هر چال ۱۲ متری ۱۴ عدد یعنی ۲ کیلوگرم دینامیت می گذارند. دینامیت خمیری شکل است و در کاغذ پارافین پیچیده شده است. دینامیت را با سمبه چوب سوراخ می کنند و چاشنی را داخل دینامیت قرار می دهند.

آنفو مخلوطی از ۹۴٪ نیترات آمونیوم و حدود ۶٪ گازوئیل است. آنفو به این ترتیب عمل می کند که بعد از سوختن گاز زیادی تولید می کند و در داخل چال چون راه فراری ندارد به دیواره چال فشار وارد می کند که باعث خرد شدن سنگ ها می شود. آنقدر آنفو داخل چال میریزند تا حدود ۳ متر برای خاکریزی فضا باقی بماند که این کار توسط یک چوب ۳ متری به نام سمبه انجام میشود سپس ۳ متر را گل گذاری می کنیم و روی آن را می کوئیم تا گاز راه فرار نداشته باشد.

برای چال های مختلف داریم :

طول چال (m)	مقدار آنفو (kg)	مقدار خاکریزی (m)
۶	۰,۵ تا ۱	۲
۹	۳ تا ۴	۲,۲ تا ۲,۵
۱۱	۴ تا ۵	۲,۵

بارگیری

بعد از اتمام آتشباری نوبت به حمل بار و ایجاد و تسطیح راه ها و پله های جدید برای رفت و آمد ماشین آلات است که این کار بر عهده بولدوزر می باشد. به این ترتیب که بولدوزر سنگ ها را در گوشه ای جمع می کند و بعد به وسیله لودر در داخل کامیون بارگیری می شوند و به سمت سنگ شکن حمل می شوند. در این معدن ظرفیت هر جام لودر ۵ تن و ظرفیت هر کامیون ۲۲ تن است.

در کارخانه سیمان مازندران دو سیلو که به آن ها فایل می گویند وجود دارد که ظرفیت هر کدام ۲۶ هزار تن میباشد. این فایل ها مخصوص سنگ آهک می باشد که هر کدام از فایل ها ۱۰ روز طول می کشد تا توسط کارخانه مصرف شود. پیمان کار موظف است طی این ۱۰ روز فایل بعدی را پر کند که معمولاً در شرایط جوی مناسب این فایل طی یک هفته پر می شود. در حال حاضر روزانه ۲۵۰۰ تن سنگ آهک در این معدن استخراج می شود.

ماشین آلات موجود در معدن

دستگاه حفاری :

الف) دریل واگن حولمن : چرخ زنجیری ، دورانی _ ضربه ای

ب) دریل واگن اینجرسورلند : آمریکایی ، چرخ زنجیری

کمپرسور :

الف) اینجرسورلند ۷۵۰ : آمریکایی ، که به دریل واگن حولمن متصل است

ب) کاترپیلا ۷۵۰ : آمریکایی ، که به دریل واگن اینجرسورلند متصل است

کامیون :

۵ دستگاه ولووی ۲۰ تنی در این معدن مشغول کار هستند.

لودر:

الف) ولوو، مدل ۴۵۰۰، سوئد

ب) کوماتسو، مدل ۹۶۶، لهستان

ج) کاترپیلا، مدل ۹۶۶، آمریکا (۲ دستگاه)

بولدوزر :

الف) کوماتسو، مدل D۱۵۵

ب) لیهر، مدل ۷۵۱