
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع و نمونه سوالات

دروس تخصصی انتخابی اکتشاف معدن
(اصول استخراج معدن)

«مهندسی معدن»

(فرآوری مواد معدنی–مکانیک سنگ– اکتشاف معدن)

مولف: محمد رضائی

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

پیشگفتار مؤلف

درس اصول استخراج برای رشته مهندسی اکتشاف معدن یک مبحث کلی می‌باشد که بخش‌های مختلفی از جمله روشهای استخراج زیرزمینی، روش‌های استخراج روباز، تهویه، نگهداری، آتشباری، ترابری و خدمات فنی در معادن را در بر می‌گیرد. اگرچه در زمینهٔ مباحث فوق کتابهای تشریحی و تستی زیادی وجود دارد ولی هنوز کتاب کاملی که تمام بحث‌های فوق را در بر گیرد بخصوص برای دانشجویان رشته مهندسی اکتشاف معدن وجود نداشته و در این زمینه کمبود شدیدی احساس می‌شود. این امر برای علاقه‌مندان به تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد بیشتر نمود پیدا می‌کند.

در این کتاب شرح جامعی از مباحث اشاره شده به همراه جواب تشریحی سؤالات کنکور سالهای قبل و تستهای طبقه‌بندی شده آمده است. همچنین در پاسخ تشریحی سؤالات منبع تست و صفحهٔ مربوط به جواب آن اشاره شده است. در این جا ضمن پوزش از نقائص و کاستی‌های کتاب از دانشجویان عزیز و خوانندگان محترم تقاضا می‌شود که جهت رفع کمبودها مؤلف را از پیشنهادهای مفید و اصلاحی خود دریغ نفرمایند.

در پایان لازم می‌دانم از انتشارات ارشد برای چاپ کتاب سپاسگذاری و قدردانی نمایم.

محمد رضایی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ناشر ۳
پیشگفتار مؤلف ۴

بخش اول: آتشباری و حفر چاه و تونل

فصل اول: مواد منفجره و خصوصیات آن ۱۱
۱-۱- مواد منفجره ۱۱
۱-۲- طبقه بندی مواد منفجره ۱۱
۱-۳- خواص مواد منفجره ۱۲
نکات کلیدی ۱۴
فصل دوم: چالزنی در معادن روباز ۱۵
۲-۱- چال انفجاری ۱۵
۲-۲- انواع سیستم های چالزنی ۱۵
۲-۳- طراحی الگوی آتشباری ۱۶
نکات کلیدی ۱۸
فصل سوم: روش های آتشکاری در معادن روباز ۱۹
۳-۱- آتشکاری ۱۹
۳-۲- روش های آتشکاری ۱۹
نکات کلیدی ۲۰
فصل چهارم: حفر تونل ۲۱
۴-۱- روش های حفر تونل ۲۱
۴-۲- مراحل سیکل حفر تونل ۲۱
۴-۳- روش های حفر تونل بزرگ مقطع ۲۱
۴-۴- انواع برش ها در حفر تونل ۲۱
نکات کلیدی ۲۳
تست‌های آخر بخش ۲۴
پاسخ تست‌های آخر بخش ۲۸

عنوان..... صفحه

بخش دوم: روش‌های استخراج معادن روباز

فصل اول: روش های استخراج معادن سطحی ۳۳
۱-۱- مقدمه ۳۳
۱-۲- تقسیم بندی کلی روش های استخراج معادن سطحی ۳۳
۱-۳- مراحل استخراج در روش های سطحی ۳۴
۱-۴- نحوه انتخاب روش استخراج ۳۴
نکات کلیدی ۳۵
فصل دوم: طراحی در معادن روباز ۳۷
۲-۱- نسبت های باطله برداری به ماده معدنی ۳۷
۲-۲- عیار حد (CUT OFF GRADE) ۳۸
۲-۳- محدوده نهایی پیت ۳۹
نکات کلیدی ۴۲
فصل سوم: پایداری شیب ۴۳
۳-۱- نقش پایداری شیب در مراحل مختلف معادن روباز ۴۳
۳-۲- شکست و خسارات ناشی از آن ۴۳
۳-۳- انواع گسیختگی ها در پله های معدنی ۴۴
نکات کلیدی ۴۵
تست‌های آخر بخش ۴۶
پاسخ تست‌های آخر بخش ۵۰

بخش سوم: روش‌های استخراج معادن زیرزمینی

فصل اول: آماده سازی معادن زیرزمینی ۵۵
۱-۱- انواع فضاهای آماده سازی زیرزمینی ۵۵
۱-۲- باز کردن توسّط چاه قائم ۵۵
۱-۳- باز کردن توسّط چاه شیب دار ۵۷
۱-۴- باز کردن توسّط تونل ۵۸
۱-۵- باز کردن توسّط رمپ ۵۹
نکات کلیدی ۶۰
فصل دوم: روش های استخراج معادن زیرزمینی ۶۱
۲-۱- روش های بدون نگهداری ۶۱
۲-۲- روش های با نگهداری ۶۴
۲-۳- روش‌های تخریبی ۶۶
نکات کلیدی ۷۰
فصل سوم: روش های استخراج کانسارهای لایه ای ۷۳
۳-۱- مقدّمه ۷۳
۳-۲- انواع روش های استخراج کانسارهای لایه ای ۷۳
نکات کلیدی ۷۵

عنوان..... صفحه

فصل چهارم: نشست در اثر معدنکاری زیرزمینی ۷۷
۴-۱- مقدّمه..... ۷۷
۴-۲- پارامترهای نشست ۷۷
۴-۳- عوامل مؤثر در نشست ۷۸
نکات کلیدی ۷۹
تست‌های آخر بخش..... ۸۰
پاسخ تست‌های آخر بخش..... ۸۵

بخش چهارم: نگهداری در معادن

فصل اول: کلیات ۹۱
۱-۱- مقدمه..... ۹۱
۱-۲- انواع سیستم های نگهداری ۹۲
نکات کلیدی..... ۹۳
فصل دوم: انواع روش‌های نگهداری..... ۹۵
۲-۱- نگهداری چوبی ۹۵
۲-۲- نگهداری فولادی ۹۵
۲-۳- نگهداری بتنی، شاتکریت و ترکیب های سیمانی ۹۶
۲-۴- نگهداری با استفاده از راک بولت ها و جک های قدرتی ۹۷
نکات کلیدی..... ۹۹
فصل سوم: نگهداری از فضاهای معدنی ۱۰۱
۳-۱- نگهداری از تونل..... ۱۰۱
۳-۲- نگهداری از چاه ۱۰۱
۳-۳- نگهداری از کارگاههای استخراج ۱۰۲
نکات کلیدی..... ۱۰۳
تست‌های آخر بخش..... ۱۰۴
پاسخ تست‌های آخر بخش..... ۱۰۶

بخش پنجم: تهویه و خدمات فنی

فصل اول: مشخصات هوای معدن..... ۱۰۹
۱-۱- گازهای موجود در هوای معدن ۱۰۹
۱-۲- گاز زغال..... ۱۱۱
۱-۳ گرد و غبار موجود در هوای معدن..... ۱۱۱
۱-۴- مشخصات فیزیکی هوای معدن..... ۱۱۲
نکات کلیدی..... ۱۱۴

عنوان ..... صفحه

فصل دوم: روش های تهویه ۱۱۵
۲-۱- تهویه طبیعی ۱۱۵
۲-۲- روش مکش ۱۱۵
۲-۳- روش دهشی ۱۱۵
۲-۴- روش ترکیبی ۱۱۶
۲-۵- محاسبه مقدار هوای لازم ۱۱۶
نکات کلیدی ۱۱۷
فصل سوم: خدمات فنی در معادن ۱۱۹
۳-۱- روشنایی معدن ۱۱۹
۳-۲- آبکشی در معدن ۱۲۰
نکات کلیدی ۱۲۱
تست‌های آخر بخش ۱۲۲
پاسخ تست‌های آخر بخش ۱۲۴

بخش ششم: ترابری در معادن

فصل اول: بارگیری در معادن ۱۲۷
۱-۱- بارگیری در تونل ۱۲۷
۱-۲- بارگیری در چاه ۱۲۷
۱-۳- بارگیری در خارج معدن ۱۲۷
۱-۴- بارگیری در معادن روباز ۱۲۸
نکات کلیدی ۱۲۹
فصل دوم: باربری در معادن ۱۳۱
۲-۱- وسایل باربری ۱۳۱
۲-۲- باربری در قسمت های مختلف معدن ۱۳۲
۲-۳- بالابری در چاه ۱۳۲
۲-۴- باربری در بیرون از معدن ۱۳۲
نکات کلیدی ۱۳۳
تست‌های آخر بخش ۱۳۴
پاسخ تست‌های آخر بخش ۱۳۶
سوالات اصول استخراج معدن سراسری سال ۱۳۸۸ ..... ۱۳۷
پاسخنامه اصول استخراج معدن سراسری سال ۱۳۸۸ ..... ۱۳۸
سوالات اصول استخراج معدن سراسری سال ۱۳۸۹ ..... ۱۳۹
پاسخنامه اصول استخراج معدن سراسری سال ۱۳۸۹ ..... ۱۴۰

بخش اول

آتشباری و حفر چاه و تونل

عناوین اصلی

- فصل اول: مواد منفجره و خصوصیات آن
- فصل دوم: چالزنی در معادن روباز
- فصل سوم: روشهای آتشکاری در معادن روباز
- فصل چهارم: حفر تونل
- تستهای آخر بخش
- پاسخ تستهای آخر بخش

فصل اول

مواد منفجره و خصوصیات آن

۱-۱- مواد منفجره

مادۀ منفجره ماده ای است که سریعاً با اکسیژن موجود ترکیب شده و دارای سرعتی بین ۱۵۰۰ تا ۸۵۰۰ متر بر ثانیه می‌باشد که در نتیجۀ آن گاز، انرژی و حرارت بالا ایجاد می‌گردد. این مواد، موادی هستند که قدرت لازم برای خرد کردن سنگ را دارند و در کلیه شرایط استخراج معدن از قبیل حفر تونل، اجرای عملیات در زیر آب و غیره قابل استفاده می‌باشند.

۱-۲- طبقه بندی مواد منفجره

۱-۲-۱- طبقه بندی کلّی مواد منفجره به صورت زیر می‌باشد:

الف) مواد منفجره مکانیکی: موادی خنثی هستند و تحت تأثیر حرارت خیلی سریع تبخیر شده و فشار لازم را به دیواره وارد می‌کنند مثل کاردکس، هیدروکس و اردکس.

ب) مواد منفجرۀ هسته ای: شامل پلوتونیوم، اورانیوم ۲۳۵ و یا موادی شبیه آنهاست که از نظر اتمی فعالند.

ج) مواد منفجره شیمیایی: این مواد به دو دسته اصلی تند سوز و کند سوز تقسیم می‌شوند. در مواد تند سوز سرعت فعل و انفعالات ۱۵۰۰ تا ۸۰۰۰ متر بر ثانیه و فشار ایجاد شده از انفجار ۳۵۰۰ تا ۲۵۰۰۰۰ اتمسفر می‌باشد. مواد تند سوز خود به دو دستۀ تند سوز اولیه و تند سوز ثانویه تقسیم می‌شوند. تند سوز اولیه با اندک تحریکی از قبیل جرقه، شعله و ضربه منفجر می‌شوند. تند سوز ثانویه برای انفجار صحیح نیاز به یک موج انفجاری دارد.

در مواد منفجرۀ کند سوز سرعت انفجار به چند متر بر ثانیه می‌رسد و فشار وارده ممکن است تا ۳۵۰۰ اتمسفر برسد. این نوع مواد اغلب دارای ترکیب نیترات آمونیوم می‌باشند. مواد منفجره کندسوز در فضای مسدود سریعتر از فضای باز می سوزند امّا مواد منفجره تند سوز در هر دو شرایط یکسان می سوزند.

۱-۲-۲- انواع مواد منفجره

الف) باروت

مخلوطی مکانیکی از نیترات سدیم یا پتاسیم، زغال و گوگرد است. باروت از مواد منفجرۀ کندسوز است. سرعت سوختن باروت نیترات سدیم دار کمتر از بارو نیترات پتاسیم دار است. در حالی که حساسیت باروت نیترات سدیم دار به ضربه کمتر از نوع پتاسیم دار و هر دو کمتر از TNT می‌باشند.

ب) آنفو

مخلوطی از نیترات آمونیوم و سوخت مایع می‌باشد. حساسیت آنفو به انفجار مربوط به ترکیب شیمیایی، نسبت سوخت به نیترات آمونیوم، خواص فیزیکی، ابعاد داه ها و وزن مخصوص آن می‌شود. هر چه سرعت انفجار زیادتر باشد قطر بحرانی نیز کمتر می‌شود. در حالت کلّی آنفو دارای ۹۴٪ نیترات آمونیوم و ۶ درصد سوخت مایع می‌باشد. امّا بهترین مقادیر ۵/۵ درصد سوخت مایع می‌باشد. آنفو معمول ترین مادهٔ منفجره مصرفی در معادن روباز می‌باشد.

ج) مواد منفجره ژله ای

این مواد در محیط مرطوب قابل استفاده اند و ایمنی کار با آنها بالا می‌باشد. این مواد دارای موارد مختلفی در ترکیب خود می‌باشند. به عنوان مثال برای ازدیاد قدرت به آن آلومینیوم اضافه و برای کنترل ویسکوزیته اجسامی از قبیل دی کرومات پتاسیم و تترابورات سدیم به آن اضافه می‌شود. این مواد به دو نوع امولسیون و ژله ای تقسیم می‌شوند که سرعت انفجار امولسیون بیش از ژله ای می‌باشد.

چ) دینامیت ها

دینامیت یک اسم عام است که به بسیاری ازمواد منفجره خشک شامل مواد سوختی کربناته و نیترو گلیسیرین اطلاق می‌شود. دینامیت معمولی دارای قطر ۲۲mm و طول ۲۰۰mm می‌باشد. دینامیت دارای انواع مختلف استرایت، آمونیاکی و استرایت ژلاتینی می‌باشد.

د) مواد منفجره مکانیکی

برای استفاده در معادن زغال سنگ گاز دار و گرد زغال دار به کار می‌روند که شامل سه روش کاردکس، هیدروکس و اردکس می‌باشد.

۱-۳- خواص مواد منفجره

۱-۳-۱- حساسیت

مقدار تحریکی است که برای وادار کردن ماده منفجره به فعل و انفعال لازم است. حساسیت یک ماده منفجره تنها به ساختمان مولکولی آن بستگی ندارد بلکه به اندازه کریستالها، وزن مخصوص، رطوبت و درجه حرارت بستگی دارد. وزن مخصوص بالا، جذب رطوبت و پوشش کریستالها سبب کم شدن حساسیت می‌گردد. ازدیاد درجه حرارت حساسیت را زیاد می‌کند.

۱-۳-۲- سرعت انفجار

همان سرعت تجزیه شدن یا سوختن مادهٔ منفجره یا به عبارت دیگر حرکت موج انفجار در سرتاسر مادهٔ منفجره می‌باشد. اگر سرعت سوختن مادهٔ منفجره بیش از سرعت صوت باشد آنرا انفجار می‌گویند و چنانچه کمتر از سرعت صوت باشد این پدیده را سوزش می نامند. سرعت انفجار تابع وزن مخصوص مادهٔ منفجره، نوع چاشنی و قطر چال می‌باشد. وزن مخصوص بالا، جاشنی قوی و قطر چال زیاد باعث بالا رفتن سرعت انفجار می‌شوند. افزودن آلومینویم به مادهٔ منفجره باعث کم شدن سرعت انفجار می‌گردد.

۱-۳-۳- قدرت مادهٔ منفجره

عوامل موثر در قدرت مادهٔ منفجره، حجم گاز و درجه حرارت انفجار می‌باشند. هر چه حرارت تولید شده بیشتر باشد قدرت ماده منفجره بیشتر است.

قدرت وزنی: مقدار انرژی مفیدی است که از واحد وزن مادهٔ منفجره حاصل می‌شود. معمولاً قدرت وزنی با توجه به مواد منفجره ای مثل TNT یا ANFO به صورت نسبی بیان می‌شود.

قدرت حجمی: انرژی مفیدی است که از واحد وزن ماده منفجره حاصل می‌شود و برابر است با:

قدرت وزنی × وزن مخصوص مادهٔ منفجره

۱-۳-۴- نیرو (توان) انفجار

توانایی در سرعت انجام کار است و تابع قدرت مادهٔ منفجره و سرعت انفجار می‌باشد.

۱-۳-۵- خرد کنندگی

قابلیت مادهٔ منفجره برای شکستن سنگ را نشان می‌دهد و به سرعت انفجار بستگی دارد. خرد کنندگی ناشی از سرعت فعل و انفعال است بدیهی است که تمرکز نیرو در زمان کمتر سبب خرد شدن شدید می‌شود در حالی که قدرت مادهٔ منفجره ناشی از آزاد شدن گاز و حرارت آن است.

۱-۳-۶- چگالی

وزن واحد حجم مادهٔ منفجره بکار رفته در ساختمان فشنگ آن می‌باشد. هر چه چگالی مادهٔ منفجره بیشتر باشد سرعت انفجار و قدرت آن بیشتر خواهد بود.

۱-۳-۷- پایداری یا ثبات

قدرت تحمل شرایط محیط انبار برای مدت معین را ثبات مادهٔ منفجره گویند. برای بالا بردن ثبات ترکیبات ناپایدار مواد منفجره از «دیفنلامین» استفاده می‌کنند.

۱-۳-۸- مقاومت در مقابل آب

رطوبت بدترین نوع آلودگی در مواد منفجره است که باعث پایین آمدن درجه حرارت انفجار و تجزیه شدن مادهٔ منفجره می‌گردد. همچنین حساسیت و قدرت مادهٔ منفجره را می‌کاهد.

از دیگر خصوصیات مادهٔ منفجره می‌توان به آتش گیری و سمیت اشاره کرد.

نکات کلیدی

۱- انرژی آزاد شده به وسیلهٔ مواد کند سوز و تند سوز تابع خواص ترموشیمیایی آنهاست.
۲- یکی از مواردی که اطلاع بر میزان حساسیت مواد منفجره به ضربه مورد احتیاج است هنگام خرج گذاری می‌باشد.
۳- برای اینکه در اثر اصطکاک انفجار به وجود آید باید نقطهٔ ذوب بالا و سختی بیش از ۴ باشد.
۴- حساسیت درمقابل چاشنی ای که در تماس مستقیم با مادهٔ منفجره قرار دارد تابع ابعاد ذرات، درجه حرارت، وزن مخصوص و شرایط فیزیکی مادهٔ منفجره می‌باشد.
۵- فاصلهٔ انتقال انفجار در فضای بسته بیشتر از فضای باز می‌باشد
۶- قطر چال باید از قطر بحرانی خرج بیشتر باشد.
۷- انرژی مخصوص (Es) بهترین عاملی است که قدرت مادهٔ منفجره را از راه محاسبه بدست می‌دهد.

قدرت وزنی = ۰/۷۴۶Es

۸- چگالی خرج گذاری نسبت وزن ماده منفجره بکار رفته در چال به حجم پر شدهٔ چال می باشد که معمولاً کمتر از چگالی ماده منفجره است.
۹- با ازدیاد ابعاد دانه ها، حساسیت و سرعت انفجار کم می‌شود و قطر بحرانی افزایش می یابد. اگر خرج در چال فشرده شود سرعت انفجار بالا می رود اما حساسیت کم می‌شود.
۱۰- آلومینیوم درجه حرارت فعل و انفعال را بالا می برد و سرعت انفجار را کاهش می‌دهد.
۱۱- فشار چال در مواد منفجره ژله ای به علت تاخیر در فعل و انفعال سوختن آلومینیوم کمتر از دینامیت ها می‌باشد.
۱۲- در مواد منفجره نمک طعام شعله خفه کن، اکسید روی و کربنات کلسیم و گچ ضد اسید، نیترات سدیم ضد یخ و اکسیژن دار و همچنین نیترات پتاسیم اکسیژن دار می‌باشد.
۱۳- نقایص آنفو: عدم مقاومت در مقابل آب، وزن مخصوص و قدرت نسبی کم و قطر بحرانی زیاد.
۱۴- برای جلوگیری از یخ بستن مادهٔ منفجره گلیکول اتیلن اضافه می‌کنند.
۱۵- با افزایش در صد TNT قطر بحرانی کاهش می یابد و حساس کننده ها هم سبب کاهش قطر بحرانی می گردند.
۱۶- پایداری امولسیون در برابر مرور زمان زیاد است و بازدهٔ انفجار آن بیش از سایر مواد منفجره می باشد و همچنین به ضربه کمتر از مواد ژله ای و دینامیت حساس است. به علت ریز بودن ابعاد دانه ها، سرعت انفجارش زیاد است. فشار موج ضربهٔ آن نیز زیاد می‌باشد.
۱۷- در معادن زغال مادهٔ منفجره ای به کار می برند که خیلی سریع عمل کرده و تداوم شعلهٔ آن کم باشد و در درجه حرارت کمتری منفجر شود. همچنین پس از انفجار گازهای بی اثر تولید کند.
۱۸- فشار چال تقریباً نصف فشار موج ضربه است اما در آنفو فشار حاصل از گاز بیش از فشار انفجار است.
۱۹- در بین مواد منفجرهٔ اصلی تنها نیترات آمونیوم است که ریشهٔ معدنی دارد.
۲۰- وقتی که موج انفجار به انتهای دیگر فشنگ مادهٔ معدنی می‌رسد انرژی موج ضرب آن ماکزیمم مقدار را دارد.