

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

خدمات فنی در معادن

رشته معدن

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۲۵۹۰

۶۲۲	آصفی، بابک
۰۲۸/	خدمات فنی در معادن/ مؤلف : بابک آصفی. - تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های
خ ۵۹۲/	درسی ایران، ۱۳۹۵.
۱۳۹۵	۲۸۰ ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۲۵۹۰)
	متون درسی رشته معدن، زمینه صنعت.
	برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های
	درسی رشته معدن دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش وزارت آموزش و پرورش.
	۱. معدن و ذخایر معدنی - خدمات فنی. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش.
	کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته معدن. ب. عنوان. ج. فروست.

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادهات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی تهران-
صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای
و کار دانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

نام کتاب : خدمات فنی در معادن - ۴۹۳/۸

مؤلف : بابک آصفی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

رسم : فاطمه رئیسیان فیروزآباد

صفحه‌آرا : فائزه محسن شیرازی

طراح جلد : مریم کیوان

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروبخش)

تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ پنجم ۱۳۹۵

حق چاپ محفوظ است.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات
کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل
نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشّریف»

فهرست

۱	پیش‌گفتار
۳	فصل اوّل : شناخت و ایمن‌سازی هوای معدن
۳۱	فصل دوم : هوارسانی، تجهیزات و تأسیسات تهویه معدن
۷۲	فصل سوم : گاززدایی از معدن
۷۸	فصل چهارم : تأمین روشنایی
۹۶	فصل پنجم : انتقال آب (آب‌کشی و آب‌رسانی)
۱۲۳	فصل ششم : تولید و انتقال هوای فشرده
۱۴۵	فصل هفتم : لوله‌کشی در معدن
۱۶۵	فصل هشتم : برق‌رسانی در معدن
۱۹۸	فصل نهم : مخابرات در معدن
۲۱۱	فصل دهم : راه‌سازی
۲۳۱	ضمیمه (۱) : ساختمان‌سازی
۲۵۳	ضمیمه (۲) : اتصالات فنی
۲۷۸	فهرست منابع

پیش‌گفتار

کتاب خدمات فنی در معادن، برای هنرجویان سال سوم رشته‌ی معدن هنرستان‌های فنی کشور به رشته‌ی تحریر درآمده است و تدریس آن در شرایطی انجام می‌شود که هنرجویان در سال دوم پیش‌نیازهای علمی و تخصصی لازم را طی درس‌هایی نظیر تکنولوژی استخراج معدن (۱) و کارگاه مربوط به آن گذرانیده، به ضرورت انجام خدمات فنی در معادن به‌خوبی پی برده‌اند و از سویی به‌طور هم‌زمان درس تکنولوژی استخراج معدن (۲) و کارگاه مربوط به آن و هم‌چنین درس تعمیر و نگهداری تجهیزات معدن به آنان ارائه می‌شود. درس خدمات فنی در معادن، در دوره‌ی متوسطه با مباحثی که در دوره‌های آموزش عالی مطرح می‌شود، تفاوت‌هایی دارد زیرا در دوره‌های کارشناسی، بیش‌تر به جنبه‌های نظری و محاسباتی و طراحی توجه می‌شود و حال آن‌که هنرجویان رشته‌ی معدن هنرستان‌های فنی، در زمینه‌ی فن‌ورزی نیاز به آموزش‌های تخصصی دارند و دیدگاه‌های اجرایی که مورد نیاز تکنیسین معدن است بیش‌تر مورد نظر می‌باشد.

با توجه به این‌که صنعت معدن در کشور ما از لحاظ دارا بودن منابع علمی و آموزشی با محدودیت شدیدی مواجه است و از سویی تألیف هر کتاب جدید به منابع و مآخذ علمی فراوان نیاز دارد و تأمین این منابع در زمان تهیه و تدوین مطالب این کتاب، با وجود تلاش‌هایی که از سوی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش و کمیسیون تخصصی رشته‌ی معدن به عمل آمد، احتیاجات تألیف یک کتاب جامع و مفید را فراهم نمی‌سازد؛ لذا در نگارش این کتاب محدودیت‌های مذکور یادآوری می‌شود. هم‌چنین موضوع کمی وقت در زمینه‌ی آماده‌سازی به موقع کتاب، جهت سال تحصیلی ۸۱-۸۰ مزید علت گردیده، شرایطی را به‌وجود آورد که کتاب حاضر، خالی از ایراد نباشد؛ با وجود این، نهایت کوشش به عمل آمده تا در حد امکان، مطالب از سویی با توان‌مندی‌های علمی و از سوی دیگر نیاز هنرجویان رشته‌ی معدن هنرستان‌های معدن، مطابقت داشته باشد.

در خاتمه از هم‌کاران گرامی، مدرسان هنرستان‌های معدن، درخواست می‌شود تا نظرات خود را پیرامون کتاب حاضر، به دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش ارائه نمایند تا در آینده نسبت به اعمال آن‌ها در چاپ‌های بعدی اقدام شود.

مؤلف

هدف کلی کتاب

این کتاب کوشش می‌نماید که هنرجویان رشته‌ی معدن هنرستان‌های فنی کشور را با ضرورت‌ها، مراحل و چگونگی انجام عملیات تخصصی و پشتیبانی‌دهنده‌ی فعالیت‌های اصلی معدن‌کاری (که تحت عنوان خدمات فنی معادن از آن‌ها یاد می‌شود و بدون آن‌ها فعالیت‌های اصلی معدن‌کاری غیرقابل اجرا خواهد بود) آشنا کند.

شناخت و ایمن سازی هوای معدن



- هدف های رفتاری: پس از پایان این فصل، از هنجارو انتظار می رود که بتواند :
- ۱- تغییرات هوا در معدن را شرح دهد.
 - ۲- دلایل اصلی توجه به هوای معدن را بیان کند.
 - ۳- گازهای موجود در هوای معدن و منابع تولید، روش های تشخیص و اندازه گیری و مقابله با خطرات اتمسفر معدن را تشریح کند.
 - ۴- گاز متان و نحوه ایمن ساختن هوای معدن را در برابر مخاطرات آن تشریح کند.
 - ۵- گرد و غبار موجود در هوای معدن را شرح دهد.
 - ۶- گرد زغال را تشریح کند.
 - ۷- سایر ذرات معلق در هوای معدن را توضیح دهد.

شناخت و ایمن سازی هوای معدن

آشنایی

تغییرات هوا در معدن: هوایی که داخل معدن می شود، در ابتدای ورود، معمولاً تازه و پاک است و گازهای زیان آور و گرد و خاک ندارد؛ اما در اثر عملیات مختلف استخراجی، مقادیر قابل ملاحظه ای گاز و گرد و غبار تولید می گردد و فضای کارگاه های زیرزمینی را پُر می کند. تغییر عمده ای که در ترکیب هوای معدن صورت می گیرد، در جهت کاهش مقدار اکسیژن و افزایش مقدار گازهای «دی اکسید کربن» و «مونواکسید کربن» است، هم چنین به علت کارهای استخراجی، گازها و مواد دیگری نیز به شرح زیر، با هوای معدن ترکیب می شوند:

۱- گازهای زیان آور که عبارتند از گازهای خفه کننده ی سمی و انفجار آمیز مانند «نیتروژن»، «سولفید هیدروژن»، «هیدروژن» و غیره و در معادن «اورانیوم» و «توریم» مواد رادیواکتیو تهی گازی شکل «رادون» و «تورون» نیز اضافه می شوند؛

۲- بخارهای زیان آور «جیوه»، «آرسنیک» و غیره؛

۳- دود و گرد و غبارهای مختلف.

اصولاً درجه ی آلودگی اتمسفر معدن به پنج عامل بستگی دارد که عبارتند از:

الف - مقدار گاز موجود در کانی ها و سنگ هایی که استخراج می شوند؛

ب - مقدار هوایی که در کارگاه های معدن در جریان است؛

ج - طول کارگاه؛

د - تمایل سنگ ها و کانی ها برای جذب اکسیژن و انجام عمل اکسیداسیون؛

ه - روش استخراج.

اصولاً هوای معدن را می توان از سه جنبه ی خاص کیفیتی مورد بررسی قرار داد که عبارتند از:

۱- هوای سالم و پاکیزه؛ ۲- گازهای فعال؛ ۳- هوای مُرده. هوای سالم و پاکیزه همان هوای

معمولی است که فاقد گازهای مضر است. گازهای فعال، به مخلوط هوا و گازهای انفجار آمیزی گفته

می شود که در معادن زیرزمینی از سنگ ها و کانی ها آزاد می شوند و یا در اثر عوامل دیگری به وجود

می آیند. هوای مرده در معدن، مخلوطی از گازهای «دی اکسید کربن» و «نیتروژن» است که مقدار آن ها

بیش از اندازه ای است که در هوای معمولی وجود دارد. این هوا فاقد گاز اکسیژن بوده، مدت زیادی

از ساکن ماندن آن می گذرد.

دلایل اصلی توجه به هوای معدن: هم‌چنان که ضروری‌ترین ماده‌ی لازم جهت ادامه‌ی کار در کارگاه‌های زیرزمینی هوا است، در عین حال می‌تواند کانون بازدارنده‌ی عملیات معدنی و عامل به‌وجود آورنده‌ی حوادث، مسمومیت‌ها و بیماری‌های مختلفی نیز باشد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

الف – انفجار گاز متان و گرد زغال: اگر در تهویه‌ی گازهای زغال‌سنگ، سهل‌انگاری شود، انفجار گاز متان و گرد زغال می‌تواند به‌انهدام تمام یا قسمتی از تأسیسات معدن و تلفات جانی فراوان منجر شود؛

ب – خطر مسمومیت کارگران: فضای کارگاه‌های زیرزمینی غالباً تنگ و کوچک است و هوای موجود در آن‌ها به‌سبب انفجار مواد آتش‌زا، استفاده از موتورهای احتراق داخلی، تصاعد گاز از ماده‌ی معدنی یا سنگ‌های اطراف، سوختن چراغ‌های شعله‌ای و تنفس افراد، خیلی زود آلوده و غیرقابل تنفس می‌گردد، در این‌صورت خطر مسموم شدن تا هنگامی که هوای معدن به‌خوبی تهویه نشود، کارگران را به‌طور جدی تهدید می‌کند؛

ج – کاهش بازده و افزایش حوادث: نامتناسب بودن هوای معدن از لحاظ مقدار اکسیژن، فشار، رطوبت، سرعت، دما و وجود گرد و غبار در آن، می‌تواند باعث ایجاد خستگی مفرط، افزایش حوادث کار و پایین آمدن بازده شود؛

د – بیماری‌های شغلی: در اثر عملیات استخراج معدن، مقادیر قابل ملاحظه‌ای گرد و غبار در اتمسفر کارگاه‌ها پراکنده می‌شود. اگر کارگران همیشه هوای چنین محیطی را تنفس کنند، پس از گذشت مدت زمانی، به بیماری‌های شغلی خطرناکی مبتلا می‌شوند. بنابر آن‌چه که گفته شد، اهمیت تهویه و لزوم توجه به هوای معدن، ما را بر آن می‌دارد تا از اتمسفر معدن و اثرات زیان‌آوری که هوای آلوده در بدن انسان و در نتیجه در بازده کاری بر جای می‌گذارد، شناخت کافی حاصل کنیم.

قبل از این‌که موضوع ایمن‌سازی و تهویه‌ی هوای معدن را مورد بررسی قرار دهیم، باید با گازهای موجود در اتمسفر معدن آشنا شویم.

بررسی گازهای موجود در هوای معدن

۱- گاز اکسیژن (O_2)

گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است که به مقدار کمی در آب قابل حل است. اکسیژن به علت

میل ترکیبی زیاد با تعداد بسیاری از عناصر (مخصوصاً به کمک حرارت)، ترکیب می‌شود و اکسید به‌وجود می‌آورد. این گاز ضروری‌ترین گاز برای زندگی و نیز انجام عمل سوختن است. اگرچه می‌توان بدون غذا یک هفته به زندگی ادامه داد، ولی در محیط فاقد اکسیژن، بیش‌تر از ۳ دقیقه امکان زیستن وجود ندارد. هم‌چنین در محیطی که اکسیژن وجود نداشته باشد، عمل سوختن نیز انجام نخواهد شد.

علل اصلی کاهش مقدار اکسیژن در معادن زیرزمینی

الف - تنفس افراد ؛

ب - اکسیداسیون کُند مواد آلی و معدنی گوناگون موجود در معدن از قبیل چوب‌بست‌ها، کانی‌ها و سنگ‌ها ؛

ج - حریق‌های معدنی و انفجارهای مخلوط متان و هوا و گرد زغال ؛

د - آزاد شدن گازهایی که از زغال‌سنگ و طبقات اطراف متصاعد می‌شود (مثل CO_2 و CH_4) در هوای معدن ؛

هـ - سوختن چراغ‌های شعله‌ای ؛

و - گازهای خروجی از موتورهای احتراق داخلی ؛

ز - کم شدن سرعت جریان هوا.

مطالعه‌ی آزاد

کاهش مقدار اکسیژن در هوای تنفسی کارگران معدن، اثرات خاصی روی آن‌ها باقی می‌گذارد که در جدول زیر ملاحظه می‌کنید.

جدول ۱-۱- تأثیرات فیزیولوژیکی کمبود اکسیژن در انسان

تأثیرات فیزیولوژیکی روی بدن انسان	درصد اکسیژن هوا
تنفس به حالت طبیعی صورت می‌گیرد.	۱۸-۲۰/۹۶
تنفس سریع‌تر می‌شود.	۱۷-۱۸
تنگی نفس و طپش قلب.	۱۲-۱۷
تنگی نفس و طپش قلب و استفراغ.	۹-۱۴
مرگ فوری ناشی از فقدان اکسیژن.	۱-۳

حجم تنفس: حجم تنفس عبارت است از مقدار هوایی که در یک دقیقه داخل شش‌ها شده، از آن‌ها خارج می‌شود. بدیهی است که مقدار آن در حالات مختلف متغیر خواهد بود.

زمان استراحت	۷/۷-۸	لیتر در دقیقه
حالت راه رفتن	۱۴-۱۸/۶	لیتر در دقیقه
موقع دویدن آهسته	۶۱	لیتر در دقیقه
هنگام انجام کارهای سنگین	تا ۱۰۰	لیتر در دقیقه

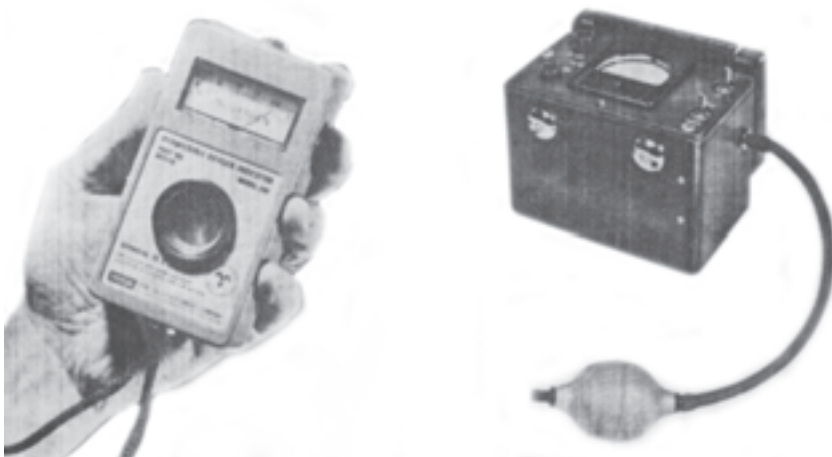
طریقه‌ی اندازه‌گیری گاز اکسیژن

الف - استفاده از چراغ اطمینان شعله‌ای: پس از بردن چراغ به محل مورد نظر، شعله‌ی آن را بررسی می‌کنند. بلند بودن شعله، نشانه‌ی مناسب بودن درصد اکسیژن و کوتاه بودن شعله، نشانه‌ی درصد کم اکسیژن و خاموش شدن آن، نشانه‌ی آن است که مقدار اکسیژن از ۱۷ درصد کم‌تر است.

ب - استفاده از دستگاه‌های برقی اندازه‌گیری قابل حمل: حمل و نقل این دستگاه‌ها به علت کوچکی آسان‌تر بوده، دقیق‌تر از چراغ اطمینان شعله‌ای عمل می‌کنند. سیستم کار این دستگاه‌ها به این صورت است که ابتدا هوای معدن به داخل دستگاه راه می‌یابد و سپس راه ورود و خروج هوا، کاملاً مسدود می‌شود. آنگاه فقط اکسیژن موجود در هوای محبوس شده به وسیله‌ی محلول‌های شیمیایی جذب می‌گردد؛ به همین علت، فشار هوای محبوس شده، کم می‌شود. کاهش فشار هوا با اکسیژن جذب شده، متناسب است؛ در نتیجه‌ی کاهش فشار، به اهرم‌های عقربه‌ی نشان‌گر فشار آورده می‌شود و می‌توان میزان اکسیژن را مشخص کرد شکل (۱-۲). انواع دیگر این دستگاه‌ها نیز وجود دارند که ارقام را به صورت دیجیتالی نشان می‌دهند شکل (۱-۱) و سیستم‌کننده‌ی آن‌ها یا به صورت دستی، تلمبه‌ای است و یا توسط موتور الکتریکی کوچکی عمل مکش صورت می‌گیرد. دستگاه‌های ساده‌تری نیز وجود دارند که با محبوس کردن هوای معدن در کیسول‌های شیشه‌ای مدرج، حاوی مواد شیمیایی، با اکسیژن ترکیب می‌شوند و می‌توانند مقدار اکسیژن موجود در هوای معدن را با تغییر رنگ نشان دهند شکل (۱-۵). نوع اخطاردهنده‌ی جیبی کمبود اکسیژن نیز وجود دارد شکل (الف و ه- ۱۳-۱).



شکل ۱-۱- دستگاه اندازه‌گیری دیجیتالی اکسیژن



شکل ۱-۲- دستگاه‌های اندازه‌گیری عقربه‌ای مقدار اکسیژن
شکل سمت راست با سیستم مکند به صورت دستی تلمبه‌ای و شکل سمت چپ با سیستم مکند توسط موتور کوچک الکتریکی

۲- گاز منواکسید کربن (CO)

منواکسید کربن گازی است بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه که وزن مخصوص آن اندکی کم‌تر از هواست از این جهت در محل تشکیل باقی می‌ماند، مگر این‌که در اثر جریان هوا جابه‌جا شود.

هم چنین قابلیت نفوذ و پخش آن در هوا زیاد است به نحوی که حتی از جدار ورقه های آهنی نازک که تا حد گداختگی (سرخ) گرم شده است و نیز از جدار ماسک های معمولی، عبور می کند. این گاز از احتراق ناقص تولید می شود و قابل احتراق و انفجار است و در صورت سوختن با شعله ی آبی تیره تا کم رنگ باعث ایجاد دی اکسید کربن می گردد^۱. منواکسید کربن هنگامی که در شرایط معمولی با هوا، مخلوطی بین ۱۳ تا ۷۵ درصد بسازد، قابل انفجار است و هنگامی که غلظت آن در هوا در حدود ۳۰ درصد باشد، شدیدترین و پر قدرت ترین انفجار منواکسید کربن می تواند به وقوع بپیوندد.

مسمومیت با منواکسید کربن: بر حسب شدت و ضعف مسمومیت با منواکسید کربن، می توان ۳ نوع مختلف برای آن به شرح زیر قائل گردید :

جدول ۱-۲

نوع مسمومیت	آثار
جزیی	وزوز کردن گوش، سر درد و سرگیجه، طپش قلب
سخت	علاوه بر علائم مسمومیت جزئی، استفراغ، کم شدن قوه ی بینایی، از دست دادن توانایی حرکت، کند شدن هوش
مهلک	بی هوشی، حرکات متشنج گونه، مرگ

منابع تولید منواکسید کربن در معادن زیرزمینی

الف - آتش سوزی ها که در اثر وقوع آن ها وسایل و اشیای مختلفی مانند چوب های نگه داری، مواد روغنی، نوار باربری، کابل و غیره می سوزند و در نتیجه ی آن، مقدار زیادی گاز منواکسید کربن تولید می گردد.

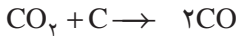
ب - اشتعال و انفجار گاز متان و گرد زغال (به ویژه گرد زغال).

ج - در اثر نفوذ گاز دی اکسید کربن بر تور کربنی چراغ های شعله ای معدنی، گاز منواکسید کربن

از سوختن ناقص کربن، منواکسید کربن حاصل می شود. $1 - C + \frac{1}{4} O_2 \rightarrow CO + 2420 \text{ kcal}$

از سوختن منواکسید کربن، دی اکسید کربن حاصل می شود. $CO + \frac{1}{4} O_2 \rightarrow CO_2 + 5660 \text{ kcal}$

تولید می‌شود که مقدار منواکسیدکربن تولید شده، ناچیز است.



د- اکسیداسیون زغال سنگ که در آن اکسیژن موجود در هوای معدن به وسیله ی زغال سنگ جذب می‌شود و سپس به طور تدریجی، منواکسیدکربن تولید می‌کند.

ه- مواد منفجره نیز از عوامل تولیدکننده ی منواکسیدکربن هستند به طوری که انفجار یک کیلوگرم ماده ی منفجره در معادن زیرزمینی، به تصاعد ۴۰ لیتر منواکسیدکربن و گاز NO_2 منجر می‌شود. هم چنین در اثر انفجار باروت گازهای منواکسیدکربن و H_2S تولید می‌شود.

و- موتورهای احتراق داخلی، نوع موتور، سوخت، دستگاه سوخت پاش، قدرت و فرسودگی موتور در میزان تولید گاز منواکسیدکربن، نقش مهمی را ایفا می‌کنند. به این ترتیب، هر قدر موتور با سرعت کم تری کار کند، مقدار بیش تری CO تولید می‌شود؛ بنابراین، بهتر است موتورها را هنگام توقف عملیات، خاموش نمود.

طریقه ی تشخیص و اندازه گیری منواکسیدکربن: گاز منواکسیدکربن به وسیله ی شامه ی افراد، قابل احساس نیست و در صورت موجود نبودن دستگاه اندازه گیری، فقط از آثار آن بر روی اشخاص، می‌توان حدود آن را حدس زد. دستگاه هایی که برای تشخیص و اندازه گیری این گاز ساخته شده اند، جدیداً دیجیتالی یا عقربه ای هستند ولی نوع معمول آن شامل کپسول های شیشه ای کوچکی است که حاوی «پنتا اکسید یُد I_2O_5 » می باشد. با عبور هوای معدن از داخل این کپسول و جلوگیری کردن از ورود گازهای دیگر مانند دی اکسیدکربن و متان، منواکسیدکربن موجود در هوای معدن بر «پنتا اکسید یُد I_2O_5 » اثر کرده، باعث احیاء «یُد» و تغییر رنگ آن می‌شود. طول قسمت رنگی شده، با درصد گاز موجود در هوا متناسب است که می‌توان آن را از روی مقیاس مدرج روی کپسول قرائت کرد شکل (۵-۱). نوع اخطار دهنده ی آن نیز به اندازه ی کوچک و جیبی ساخته شده است شکل (ب-۱۳-۱) و نوع اخطار دهنده ی عقربه ای معمولی آن نیز وجود دارد شکل (۱۲-۱).

۳- گاز دی اکسیدکربن (CO_2)

نام های دیگر آن «انیدرید کربنیک» یا «گاز کربنیک» است. این گاز بی رنگ، بی بو و دارای مزه ی اسیدی (ترش) است که وزن مخصوص آن بیش تر از هوا است؛ به همین علت، قسمت های کف و پایین کارگاه ها و چاه ها، متراکم می‌شود. این گاز قابل اشتعال نیست.

منابع تولید دی اکسیدکربن یا گاز کربنیک در معادن زیرزمینی

۱- تجزیه و فساد مواد آلی و غالباً پوسیدن مواد گیاهی مانند چوب بست ها؛

- ۲- تجزیه‌ی سنگ‌ها اعم از سنگ‌هایی که منشأ معدنی یا آلی دارند ؛
- ۳- اکسیداسیون زغال‌سنگ و نیز تأثیر آب‌های اسیدی معدن بر سنگ‌های کربناته ؛
- ۴- تجزیه شدن «دولومیت‌ها» به وسیله‌ی اسیدسولفوریک ناشی از تجزیه شدن «پیریت» که می‌تواند روزانه تا هزار مترمکعب گاز کربنیک تولید کند ؛
- ۵- تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن از سنگ‌ها یا زغال‌سنگ که ممکن است به صورت خالص یا همراه با متان صورت گیرد ؛
- ۶- تنفس انسان منبع دیگر تولید گاز کربنیک در هوای معدن است. در بازدم تنفس انسان حدود ۴ درصد دی‌اکسیدکربن وجود دارد ؛ ولی میزان قطعی آن در حالات مختلف در حدزیادی تغییر می‌کند به طوری که در کارگاه‌های زیرزمینی، هر معدنچی به طور متوسط ۵۰ لیتر گاز کربنیک در ساعت تولید می‌کند ؛
- ۷- سوختن چراغ‌های شعله‌ای که در هر ساعت حدود ۷-۶ گرم سوخت مصرف می‌کنند و در خلال این مدت، حدود ۱۰ لیتر گاز کربنیک وارد هوای معدن می‌نمایند ؛
- ۸- موتورهای احتراق داخلی، تولیدکننده‌ی گاز کربنیک فراوانی هستند لوکوموتیوهای احتراق داخلی از این نوع‌اند ؛
- ۹- مواد منفجره که در اثر آتش‌کاری، مقدار زیادی گاز کربنیک تولید می‌کنند نیز عامل دیگری هستند. به طوری که از انفجار یک کیلوگرم دینامیت ژلاتینی، تقریباً ۲۵۰ لیتر گاز کربنیک متصاعد می‌شود.
- ۱۰- در هنگام وقوع انفجار و آتش‌سوزی و انفجار مخلوط گاز متان و هوا یا گرد زغال‌سنگ، گاز کربنیک زیادی تولید می‌شود که چندین برابر گاز کربنیک تولید شده به وسیله‌ی تنفس کارگران است. مقدار تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن: مقدار مطلق گاز دی‌اکسیدکربن که هر روز تولید می‌شود و نیز مقدار گاز حاصل از هر تن محصول روزانه، اساساً به عوامل زیر بستگی دارد :
 - الف - خاصیت و تمایل سنگ‌های کنده شده به تصاعد گاز CO_2 ؛
 - ب - توانایی سنگ‌ها و کانی‌ها برای اکسیداسیون و تشکیل CO_2 ؛
 - ج - عمر معدن که مهم‌ترین عامل است، به طوری که در معادن قدیمی، گاز بیش‌تر است زیرا حجم سطوح کنده شده، زیاد است در نتیجه، مقدار گازی که از منابع مختلف به‌ویژه پوسیدن چوب‌ها حاصل می‌شود، بیش‌تر خواهد بود.
 - د - ابعاد معدن.

مطالعه‌ی آزاد

یکی از خواص دی‌اکسیدکربن، ممانعت از انجام عمل احتراق است با توجه به این که موضوع سوختن و خاموش شدن چراغ‌های شعله‌ای، می‌تواند دلیلی بر تراکم زیاد این گاز در هوای کارگاه باشد. شعله‌ی چراغ اطمینان در هوای آرام و غلظت ۳-۴ درصد گاز کربنیک، رو به خاموشی می‌رود و حال این که اگر هوا در حرکت باشد، چراغ در غلظت‌هایی حتی بیش‌تر از این به سوختن ادامه می‌دهد.

عوارض ناشی از غلظت‌های مختلف گاز کربنیک: گاز کربنیک در عیارهای مختلف اثرات گوناگونی روی انسان می‌گذارد که در جدول زیر به آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۱-۳

درصد	عوارض	درصد	عوارض
۰/۵ تا ۰/۳	زیانی ندارد.	۶	تنگی نفس شدید و ضعف می‌آورد.
۰/۵	سرعت تنفس زیاد می‌شود.	۱۰	بی‌هوشی
۳	میزان تنفس حتی در حالت استراحت ۲ برابر می‌شود.	۲۰ تا ۲۵	مرگ فوری
۵	سرعت تنفس ۳ برابر می‌شود و مشکل است.		

طریقه‌ی تشخیص و اندازه‌گیری گاز دی‌اکسیدکربن: به علت سنگین بودن گاز

دی‌اکسیدکربن نسبت به هوا، دستگاه اندازه‌گیری را در پایین‌ترین قسمت کارگاه قرار می‌دهیم. برای انتقال و اندازه‌گیری این گاز و هر گاز دیگری، می‌توان از شیشه‌های مخصوص نمونه‌گیری استفاده کرد. از این طریق گاز را به بیرون از کارگاه برده، آزمایش می‌کنیم. شعله‌ی چراغ اطمینان، عامل تشخیص خوبی برای اندازه‌گیری عیار گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن است. در صورتی که شعله کوتاه یا خاموش شود، متوجه می‌شویم که عیار دی‌اکسیدکربن زیاد و اکسیژن کم است و برعکس.

در دستگاه‌های دیگری هم چون دستگاه‌های اندازه‌گیری منواکسیدکربن، هوای معدن را از کپسول‌های مدرج شیشه‌ای که حاوی مواد شیمیایی است، عبور می‌دهیم و در اثر فعل و انفعالات

شیمیایی، دی اکسیدکربن هوای عبور داده شده بر ماده‌ی شیمیایی اثر کرده، ماده‌ی شیمیایی تغییر رنگ می‌دهد طول قسمتی از شیشه که تغییر رنگ داده است با توجه به قسمت مدرج، خوانده می‌شود و عدد خوانده شده بیان‌گر درصد گاز دی اکسیدکربن است شکل (۵-۱). دستگاه‌های دیگری نیز وجود دارد که در آن‌ها، هوای معدن در محفظه‌ی مخصوصی محبوس می‌شود و دی اکسیدکربن موجود در آن به وسیله‌ی ماده‌ی شیمیایی مخصوص جذب می‌شود. در اثر کاهش فشار در محفظه، اهرم‌ها عقربه‌ی نشان‌گر را منحرف کرده، میزان عیار مشخص می‌شود. نوع دیجیتالی آن نیز وجود دارد شکل (۳-۱).



شکل ۳-۱- وسیله‌ی دیجیتالی اندازه‌گیری گاز دی اکسیدکربن

۴- گاز سولفید هیدروژن (H_2S)

گازی است بی‌رنگ، با بوی مشخص تخم‌مرغ گندیده و مزه‌ی شیرین، وزن مخصوص آن کمی

۱- هیدروژن سولفورده هم به آن می‌گویند.

بیش تر از هوا است. این گاز قابل اشتعال است و هنگامی که با هوا مخلوط شود، انفجار آمیز است در فاضلاب ها و نیز در آب چشمه های گوگردی وجود دارد. این گاز چشم ها و دستگاه تنفسی را به سوزش درمی آورد و سیستم عصبی را تحریک می کند و فوق العاده سمی و خطرناک است.

منابع اصلی تولید سولفید هیدروژن در معادن زیرزمینی

الف - فساد مواد آلی به ویژه چوب، سولفید هیدروژن تولید می کند بنابراین، هر قدر کارگاه معدنی قدیمی تر باشد، به همان نسبت سولفید هیدروژن بیش تری در آن وجود خواهد داشت؛

ب - تجزیه ی ترکیبات گوگردی مانند «پیریت»، «ژیپس» و غیره به وسیله ی آب؛

ج - تراکم گاز در شکاف ها و حفره های سنگ ها و کانی ها به ویژه در سنگ نمک؛

د - انباشته کردن کانی های گوگردی در کارگاه ها؛

هـ - تصاعد اتفاقی « H_2S » همراه با متان؛ زیرا در موقع تولید زغال سنگ همراه با گاز متان سولفید هیدروژن نیز تشکیل می شود؛

و - انفجار ناقص و سوختن فتیله ی انفجاری، انفجار مواد منفجره ی گوگرددار یا باروت و نیز انفجار دینامیت در سنگ های گوگرددار؛

ز - سوختن رگه های زغال سنگ؛

ح - در کان های گچ نیز سولفید هیدروژن مشاهده می شود.

مطالعه ی آزاد

میزان مسمومیت سولفید هیدروژن براساس جدول زیر است:

جدول ۴-۱

اثر	مدت تنفس	عیار هیدروژن سولفور	
		درصد حجمی	میلی گرم در لیتر
مسمومیت جزئی	چند ساعت	۰/۰۱	۰/۱۴
مسمومیت بدون تأثیر وخیم	تا یک ساعت	۰/۰۲	۰/۲۸
مسمومیت سخت	۳۰ تا ۶۰ دقیقه	۰/۰۵	۰/۷
مرگ فوری	خیلی کم	۰/۱۰	۱/۴

بوی نامطبوع سولفید هیدروژن بهترین راه شناخت این گاز در هوای معدن است، ولی در غلظت ۱۵٪ تا ۱٪ درصد به علت از کار افتادن حس بویایی، بوی آن تشخیص داده نمی‌شود؛ به همین جهت باید از روش‌های دیگر استفاده کرد.

طریقه‌ی تشخیص و اندازه‌گیری گاز سولفید هیدروژن: به علت این که این گاز در عیارهای کم، بوی زننده‌ی مخصوصی دارد، به آسانی قابل تشخیص است. برای تعیین درصد سولفید هیدروژن، از کاغذهای آغشته به استات سرب استفاده می‌شود. اثر مقدار کم گاز سولفید هیدروژن بر این ماده‌ی شیمیایی، رنگ کاغذ را سیاه می‌کند. اگر کاغذ در طول مدت یک تا دو دقیقه سیاه شود، علامت این است که عیار گاز در حد خطرناکی است. استفاده از کپسول‌های ویژه‌ی شناسایی این گاز، وسیله‌ی دیگری برای اندازه‌گیری آن است. مکانیزم استفاده از این کپسول‌ها مانند موارد قبل است با این تفاوت که ماده‌ی شیمیایی موجود در آن، در مقابل سولفید هیدروژن حساس است و تغییر رنگ می‌دهد عدد قسمت مدرج رنگی شیشه، نشانه‌ی عیار این گاز است شکل (۱-۵). دستگاه‌های عقربه‌ای و دیجیتالی نیز برای اندازه‌گیری این گاز وجود دارند که مکانیزم عمل کرد آن‌ها مانند موارد قبل است، با این تفاوت که ماده‌ی شیمیایی داخل محفظه، فقط سولفید هیدروژن را جذب می‌کند. شکل (۱-۴) نوعی از دستگاه‌های اندازه‌گیری هیدروژن سولفور را نشان می‌دهد. دستگاه‌های جیبی هشداردهنده در ابعاد کوچک و سبک ساخته شده‌اند (شکل ۱-۱۳).



شکل ۱-۴- دستگاه اندازه‌گیری گازهای هیدروژن سولفور

۵- گاز دی اکسید گوگرد (SO₂)

نام دیگر آن «انیدرید سولفور» است این گاز اشتعال ناپذیر، خفه کننده، بی رنگ و دارای مزه ی تند و تیزی است که بوی تند آن همان بوی سوختن گوگرد است. وزن مخصوص آن بیش تر از وزن مخصوص هوا است به همین علت، در قسمت های کف و پایین کارگاه ها و نیز ته چاه ها متراکم می شود.

منابع اصلی تولید SO₂ در معادن زیرزمینی

الف - آتش کاری در پاره ای از معادن گوگردی ؛

ب - سوختن پیریت آهن در هنگام آتش کاری ؛

ج - آتش سوزی ؛

د - عملیات انفجار ؛

هـ - استخراج سنگ های معدنی سولفور، پیریت، مس پرگوگرد، ترکیبات گوگردی.

مطالعه ی آزاد

اثرات SO₂ در بدن انسان در جدول زیر آمده است :

جدول ۵-۱

غلظت SO ₂ بر حسب درصد	اثرات
۰/۰۰۰۰۳-۰/۰۰۰۰۵	بوی آن قابل استشمام است.
۰/۰۰۲۰	باعث سوزش شدید چشم ها می شود.
۰/۰۱۵	تا چند دقیقه قابل تحمل است ولی به زودی مسمومیت شدید حاصل می شود. قدرت تکلم زایل و نوک انگشتان سرد می شود ناراحتی و تحریک پوست به وجود می آید.
۰/۰۵ به بالا	خطر مرگ فوری است.

طرز تشخیص و اندازه‌گیری گاز دی‌اکسید گوگرد: گاز دی‌اکسید گوگرد در عیارهای کم، بوی به‌خصوص خود را دارد و به‌راحتی می‌توان آن را بدون دستگاه حس کرد. برای اندازه‌گیری دقیق این گاز، کپسول‌های شیشه‌ای مخصوصی وجود دارد که مکانیزم آن‌ها همانند دستگاه‌های اندازه‌گیری گازهای دیگر است؛ با این تفاوت که ماده‌ی شیمیایی داخل آن‌ها به دی‌اکسید گوگرد حساس است و در صورت مجاورت با گاز دی‌اکسید گوگرد، تغییر رنگ می‌دهند. دستگاه‌های عقربه‌ای و دیجیتالی آن نیز وجود دارد شکل (۵-۱).



ب



الف



د



ج

شکل ۵-۱- دستگاه اندازه‌گیری گازهای معدن با کپسول‌های شیمیایی مختلف

الف - دستگاه قدیمی مکنده‌ی هوای معدن با کپسول اندازه‌گیری گاز

ب - کپسول‌های اندازه‌گیری گازهای مختلف همراه دستگاه مربوطه

ج - دستگاه جدید مکنده‌ی هوای معدن با کپسول اندازه‌گیری گاز

د - انجام عمل اندازه‌گیری با دستگاه مکنده

۶- گاز نیتروژن (N_2)

گاز نیتروژن یا ازت گازی است بی بو، بی رنگ، بدمزه و غیر قابل سوختن که تقریباً $\frac{4}{5}$ حجم هوا از آن تشکیل شده است این گاز در کار تنفس و عمل احتراق هیچ نقشی ندارد. گاز نیتروژن زمانی روی زندگی اثر سوء می گذارد که مقدار آن زیاد شود و جای اکسیژن هوا را بگیرد. هم چنین در انفجار گازها در معدن دخالتی ندارد.

منابع نیتروژن در معادن زیرزمینی

۱- فساد و تجزیه مواد آلی؛

۲- انفجار؛

۳- تصاعد نیتروژن به صورت خالص یا مخلوط با گاز متان از شکاف های موجود در سنگ ها یا زغال سنگ های دوران سوم زمین شناسی؛

۴- انتشار هوای مرده. (هوای مرده در معدن مخلوطی از گازهای دی اکسید کربن و نیتروژن است که مقدار آن ها بیش از اندازه ای است که در هوای تازه وجود دارد. این گاز فاقد اکسیژن بوده، از سکون هوا و نفوذ دو گاز ذکر شده در طول زمان به وجود می آید.)

اکسیدهای نیتروژن: گاز نیتروژن در ترکیب با اکسیژن ایجاد اکسیدهای مختلف N_2O_5 ، N_2O_4 ، N_2O_3 ، NO_2 ، NO و N_2O می کند. تمام اکسیدهای ذکر شده به استثنای N_2O سمی هستند. مهم ترین اکسیدهای سمی نیتروژن NO ، NO_2 و N_2O_4 هستند.

اکسیدهای نیتروژن در اثر سوخت موتورهای احتراق داخلی اعم از بنزینی و دیزلی، انفجار مواد منفجره، سوختن یا تجزیه ی نترات ها و مواد نیتراتی تولید می شوند. هرگاه هوایی که شامل اکسیدهای نیتروژن باشد از روی بی احتیاطی به طور عمیق استنشاق شود، حتی در غلظت کم، ممکن است باعث ایجاد خطرات جدی برای سلامت گردد؛ زیرا اکسیدهای نیتروژن در رطوبت شش ها حل می شوند و تولید «اسید نیترو» و «اسید نیتریک» می کنند، این اسیدها سبب خوردگی دستگاه تنفسی می شوند. شخصی که به این ترتیب از محل کار به خانه بازمی گردد، پس از ۲۰ تا ۳۰ ساعت فوت خواهد کرد.

طریقه ی تشخیص و اندازه گیری: رنگ خرمایی این گازها، عامل خوبی برای تشخیص آن ها است. اگر یک کاغذ نواری را به یدور پتاسیم آغشته کنیم و در هوای حاوی دی اکسید ازت قرار دهیم، رنگ کاغذ به سرعت سیاه می شود. راه دیگر، استفاده از دستگاه هایی است که دارای کپسول

شیشه‌ای هستند و همان‌طور که در مورد گازهای دیگر شرح داده شد، ماده‌ی شیمیایی داخل شیشه به گازهای اکسید نیتروژن حساس بوده، به سرعت تغییر رنگ می‌دهد. طول قسمت رنگی، عیار این گاز است. دستگاه‌های عقربه‌ای و دیجیتال نیز برای اندازه‌گیری این گاز وجود دارد.

۷- هیدروژن

گازی است بی‌رنگ و بی‌مزه و فوق‌العاده سبک به‌طوری که ۱۵ مرتبه از هوا سبک‌تر است از همین رو، در صورت تراکم، باید در قسمت‌های بالا و سقف کارگاه به جستجوی آن پرداخت. قابلیت نفوذ این گاز بسیار زیاد است در درجه‌ی حرارت معمولی معدن، مخلوط انفجار آمیز آن در غلظت حدود ۴ درصد تشکیل می‌شود. این گاز به مراتب از متان ساده‌تر مشتعل می‌شود. پرقدرت‌ترین انفجار هنگامی روی می‌دهد که مخلوطی از ۶/۲۸ درصد هیدروژن و ۴/۷۱ درصد هوا داشته باشیم. درجه‌ی حرارت اشتعال هیدروژن، چندین برابر کم‌تر از متان است. شکل (۶-۱) نوعی از دستگاه‌های اندازه‌گیری هیدروژن را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱- دستگاه اندازه‌گیری گاز هیدروژن

منابع تولید هیدروژن

- ۱- در معادن زغال‌سنگ، هیدروژن به همراه هیدروکربورهای سنگین یافت می‌شود؛
- ۲- در معادن پتاس (کربنات پتاسیم K_2CO_3) هم، مکرراً خروج هیدروژن همراه با گاز متان است؛
- ۳- برای خاموش کردن حریق، هنگامی که آب بر روی زغال گداخته‌ی جبهه‌ی کار پاشیده می‌شود، منواکسید کربن و هیدروژن متصاعد می‌گردد؛



۴- باتری‌های موجود در لوکوموتیوهای برقی نیز عامل تولید هیدروژن هستند. باتری‌های قلیایی ۶ برابر باتری‌های اسیدی از نظر حجمی هیدروژن تولید می‌کنند.

۸- آلدئیدها

از نظر شیمیایی آلدئیدها از اکسیداسیون الکل‌ها پدید می‌آیند، ولی در معادن، همراه با دی‌اکسیدکربن و منواکسیدکربن ایجاد می‌شوند و همراه اکسیدهای نیتروژن از طریق گازهای خروجی موتورهای احتراق داخلی، گازهای حاصل از انفجار و سوخت مواد منفجره در اتمسفر معدن پراکنده می‌گردند. بو و آثار تحریک‌کننده‌ی پس‌گاز موتورهای دیزلی، بیش‌تر در اثر گازهای آلدئیدی است اگر مقدار آلدئیدها در هوا زیاد باشد، چشم‌ها، بینی و سیستم تنفسی را تحریک می‌کند. اگر آلدئید با مقدار زیادی هوا، آن‌قدر رقیق شود که اثر تحریک‌کننده‌ی آن از بین برود، باز هم بوی بد آن در محیط باقی می‌ماند. تنفس هوایی با بیش از ۱/۰۰٪ آلدئید خطرناک است. تشخیص آلدئیدها به‌طریقه‌ی شیمیایی و در آزمایش‌گاه‌ها صورت می‌گیرد.

۹- گاز متان^۱

گاز متان بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است وزن مخصوص آن‌ها کم‌تر از هواست و به همین علت به‌طرف بالا حرکت می‌کنند و اغلب در زیر سقف کارگاه‌ها و جاهای بلند راه‌روها و داخل حفرة‌های سقف، جمع می‌شوند این گاز ۱/۶ برابر سریع‌تر از هوا منتشر می‌شود این گاز به علت سبکی، به‌آسانی از میان جدارها و دیواره‌های خلل و فرج‌دار عبور می‌کند. اگرچه گاز متان به‌تنهایی بویی ندارد، ولی چون در بعضی معادن، همراه با آن ناخالصی‌هایی مانند هیدروکربن‌ها و هیدروژن سولفور و غیره متصاعد می‌شود؛ در مجموع گازهای مذکور خصوصیت بوی سیب را به متان می‌دهند. مقدار کم گاز متان در تنفس انسان اثر سوء کمی دارد ولی هنگامی که این گاز رفته رفته جانشین اکسیژن هوا شود و مقدار آن در هوای تنفسی افزایش یابد، زیان‌آور می‌گردد. از سوختن یا انفجار متان، دی‌اکسیدکربن، بخار آب و حرارت حاصل می‌شود^۲.

ضربه‌های انفجار گاز متان: متان گازی است که در اثر شعله و حرارت منفجر می‌شود و صدمات

۱- واژه‌های فرانسوی گریزو آلمانی شلاگ وتر و روسی رودنیچنی در معادن مشتمل بر مخلوطی از گازهایی هستند که ۹۵-۱۰۰ درصد آن‌ها را متان و بقیه را CO_2 ، N_2 ، H_2 و گاهی H_2S و SO_2 و CO همراه با هیدروکربن‌های سنگین و غالباً اتان تشکیل می‌دهند.

۲- $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 21.0 \text{ kcal}$

و خسارات فراوانی را به بار می‌آورد. انفجارهای گاز متان در معدن، همیشه همراه با دو ضربه است :

۱- **ضربه‌ی پیش‌رس:** در اثر وقوع انفجار، تولیدات گازی داغ حاصل شده، تحت فشار زیاد، موج هوایی پدید می‌آورد که دارای نیروی قابل ملاحظه‌ای است. این موج از نقطه‌ای که در آن انفجار رخ داده، سریعاً به قسمت‌های دیگر منتقل شده، در مسیر خود باعث خرابی و آسیب‌های زیادی می‌شود.

۲- **موج ثانویه یا معکوس:** در نتیجه‌ی افت فشار در نقطه‌ی انفجار (که به علت سرد شدن گازها و میعان بخار آب به وجود می‌آید) موج معکوسی ایجاد می‌گردد که نیروی آن نسبت به ضربه‌ی پیش‌رس، کم‌تر است؛ زیرا این موج، مجدداً همان راهی را می‌پیماید که ضربه‌ی پیش‌رس، پس از طی کردن، باعث ایجاد خسارت شده است. از این جهت، موجب تکمیل ضایعات می‌گردد و به همین دلیل تأثیرات مکانیکی موج معکوس، اغلب نیرومندتر از موج پیش‌رس به نظر می‌رسد.

انواع تصاعد گاز متان:

۱- انتشار معمولی گاز از روزنه‌ها و شکاف‌های میکروسکوپی موجود در سراسر سطح نمایان زغال‌سنگ یا سنگ‌های اطراف که به آرامی خارج می‌شود ولی این عمل به طور مداوم و در مدت طولانی ادامه دارد. به این حالت «تصاعد عادی» می‌گویند.

۲- خروج گاز از شکاف‌ها و سوراخ‌های قابل رؤیت موجود در زغال‌سنگ و چینه‌های اطراف که گاهی اوقات کم‌دوام است ولی اغلب به مدت زیادی حتی تا دو سال و یا بیش‌تر به طول می‌انجامد و با صدای سوت همراه است. به این تصاعد، «تصاعد وزشی» می‌گویند.

۳- تصاعد ناگهانی گاز متان یا دی‌اکسیدکربن و یا هر دو با یک‌دیگر که گاهی به مقدار بسیار زیادی از رگه‌ی زغال‌سنگ یا سنگ‌های اطراف به وقوع می‌پیوندد و با پرتاب مقادیر قابل ملاحظه‌ای زغال خرد شده و ریز توأم می‌گردد؛ به همین دلیل معمولاً «طغیان ناگهانی گاز و زغال‌سنگ» نامیده می‌شود و خطر وقوع صدمه و مرگ را دارد.

وسایل اندازه‌گیری غلظت گاز متان در معادن زیرزمینی

۱- **استفاده از گازسنج نوری:** نام دیگر آن، «متان‌سنج» است و در معادن ایران به نام گازسنج روسی معروف است. اصول کار دستگاه، به این صورت است که هرگاه دو دسته، اشعه‌ی نوری از داخل دو لوله‌ای که از هوای معدن به وسیله‌ی تلمبه زدن پر شده است، عبور کند، ضریب شکست هوا و هوای مخلوط با گاز متان متفاوت است؛ لذا این دو اشعه‌ی نوری در خروج از تداخل‌سنج با هم اختلاف فاز پیدا کرده، نوارهای تداخلی آن‌ها جابه‌جا می‌شود. هر اندازه درصد گاز متان در هوای معدن زیادتر باشد، به همان نسبت جابه‌جایی نوارهای تداخلی بیش‌تر است.

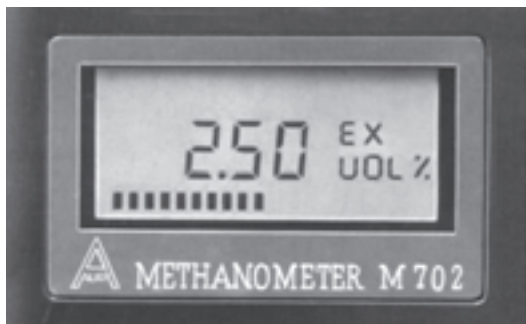
۲- استفاده از دستگاه متانومتر مقاومتی: دستگاه‌های سنجش موسوم به متانومتر برای اندازه‌گیری و نمایش میزان گاز متان موجود در هوا، طراحی شده است و با این وسیله، می‌توان مقدار این گاز را در دامنه $\% \text{ حجمی } 5-0$ اندازه‌گیری کرد.

این دستگاه‌ها کوچک و دستی بوده، عموماً با دو دکمه عمل می‌کنند. با فشار دادن دکمه‌ی بالایی، مراحل کامل اندازه‌گیری، به وسیله‌ی یک میکروکمپیوتر کنترل می‌شود. این میکروکمپیوتر دارای آثر صوتی بوده، هم‌چنین یک عدد سه رقمی را نمایش می‌دهد که نمایان‌گر غلظت متان موجود است. پس از اندازه‌گیری، آخرین عدد نمایش داده شده، معمولاً تا دو دقیقه بر روی صفحه، باقی می‌ماند و هم‌چنین با فشار دادن دکمه‌ی پایینی، می‌توان صفحه را روشن نمود. در مکان‌هایی که دسترسی به آن‌ها آسان نیست، گاز به وسیله‌ی پمپ الکترونیکی توکار و لوله‌ی لاستیکی نمونه‌برداری یا لوله‌ی فلزی نمونه‌گیری به «سنسورها» منتقل می‌شود شکل‌های (۷-۱) و (۸-۱).

بدنه‌ی اکثر این دستگاه‌ها، ضدآب و آنتی‌استاتیک است و ورودی و خروجی گاز آن‌ها به وسیله‌ی یک فیلتر خاص در برابر آب و غبار محافظت می‌گردند. انواع دیگر دستگاه‌های متانومتر در شکل‌های (۹-۱) و (۱۰-۱) مشاهده می‌شود.



شکل ۷-۱- متانومتر



شکل ۸-۱- صفحه‌ی دیجیتالی

محاسن و امتیازات متانومترهای دستی

- ۱- دستگاه متانومتر دستی، کوچک است و تنها با دو دکمه عمل می‌نماید.
- ۲- دستگاه دارای پمپ الکترونیکی توکار و یک کنترل میکرو کامپیوتری است که به‌طور دائم و خودکار، مراحل اندازه‌گیری را انجام می‌دهد.
- ۳- با دقت، سه رقم مقدار گاز را نشان می‌دهد و صفحه‌ی آن، به‌راحتی قابل قرائت بوده، دارای نشان‌گر نقص نیز می‌باشد.
- ۴- پس از اندازه‌گیری، مقدار نمایش داده شده را تا دو دقیقه‌ی بعد، می‌توان مشاهده نمود.
- ۵- باتری‌های نیکل کادمیوم (NiCd) به‌کار رفته در آن‌ها حتی در شرایط بسیار خطرناک، قابل تعویض و شارژ می‌باشد.
- ۶- بدنه‌ی دستگاه ضدآب است.
- ۷- ورودی و خروجی گاز توسط یک فیلتر در برابر آب و غبار محافظت می‌شود.
- ۸- برای تنظیم نقطه‌ی صفر و میزان حساسیت، نیازی به باز کردن دستگاه نیست.



شکل ۹-۱- دستگاه گازسنج متان از نوع مقاومتی



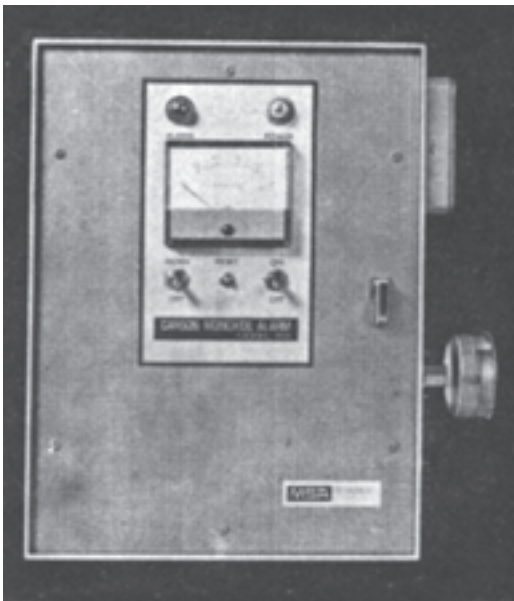
شکل ۱۰-۱- نوعی دستگاه متانومتر دستی

دستگاه‌های اعلام خطر خودکار

این دستگاه‌ها به طور مداوم، در حال اندازه‌گیری هوا در نقاط حساس معدن هستند. به این صورت که عیار گاز مورد نظر روی این دستگاه تنظیم می‌شود و اگر عیار گاز از این حد معمول تجاوز کند، دستگاه به صدا درآمده، آژیر می‌کشد و چراغ آن روشن و خاموش می‌شود شکل‌های (۱۰-۱)، (۱۱-۱) و (۱۲-۱).



شکل ۱۱-۱- دستگاه اعلام خطر



شکل ۱۲-۱- دستگاه اعلام‌کننده‌ی گاز منواکسیدکربن



ج

ب

الف



د

شکل ۱۳-۱- دستگاه‌های کوچک، سبک و جیبی هشداردهنده برای
الف- کم بودن درصد گاز اکسیژن
ب- زیاد بودن درصد گاز CO
ج- زیاد بودن درصد گاز H₂S
د و ه- طرز نصب دستگاه‌ها روی کلاه ایمنی و در لبه‌ی جیب

هـ

گازهای موجود در هوای فشرده

روغن‌هایی که برای روغن کاری و روان کردن کمپرسورها مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌علت درجه‌ی حرارت زیاد در کمپرسورها، بخار شده، یا به گازهای منواکسیدکربن و متان و غیره تجزیه می‌شوند بخارها و گازهای مزبور، در طول خطوط لوله به جریان افتاده، به محل مصرف هوا در معدن می‌رسند و مکرراً انفجارات پر قدرتی را ایجاد می‌کنند که نه تنها باعث انفجار کمپرسور می‌شود، بلکه باعث انفجار کمپرسورخانه نیز شده، و در مواقعی باعث مسمومیت افراد می‌شود. تجزیه‌ی ۲۰ گرم روغن روان کننده، قادر است یک متر مکعب هوا را به مخلوطی انفجارآمیز تبدیل کند.

برای جلوگیری از این انفجار، موارد زیر باید به موقع اجرا شود :

- ۱- سیستم خنک کننده‌ی کمپرسور باید در شرایط ایده‌آل تعمیر و نگهداری شود ؛
- ۲- روغن‌هایی که برای روان کردن کمپرسور به کار می‌روند، باید از نوع روغن‌های معدنی با

درجه‌ی اشتعال بالا و درجه‌ی حرارت تجزیه‌ی زیاد باشند؛

۳- کمپرسورها باید به‌طور منظم و با حداقل مقدار روغن، روغن‌کاری شوند؛

۴- مخازن کمپرسور، باید در فواصل معین، پاکیزه شوند تا سبب تمرکز و تغلیظ روغنی که در کمپرسور بخار شده است، نگردد.

گرد و غبار موجود در هوای معدن

گرد و غبار عبارت است از ذرات بسیار کوچک کانی‌ها و سنگ‌ها که برای مدت کم یا زیاد در هوای معدن معلق می‌ماند و اندازه‌ی آن‌ها از یک میلی‌متر تا کسری از میکرون متغیر است. توانایی ذرات گرد و غبار برای معلق ماندن در هوا در یک مدت معین، به اندازه و وزن مخصوص گرد و نیز به‌رطوبت، درجه‌ی حرارت و سرعت جریان هوا بستگی دارد.

تعیین میزان گرد و غبار هوای معدن

- ۱- تعداد میلی‌گرم‌های گرد در هر مترمکعب هوا معین می‌شود (روش وزنی یا ثقل‌سنجی)؛
- ۲- تعداد ذرات گرد در واحد حجم (ساتی‌متر یا مترمکعب) هوا تعیین می‌گردد (روش شمارش ذرات).

از نقطه نظر تنفسی گرد و غبارهای موجود در هوای معدن به دو دسته‌ی سمی و غیرسمی تقسیم می‌شوند. مثلاً گرد و غبار حاصل از کان‌سنگ‌های کُرم، منگنز و سرب و... سمی هستند و ذرات ریز کوارتز، زغال و آزبست و مواد مشابه دیگر غیرسمی هستند ولی در طول زمان بیماری‌زا هستند. در مورد گرد‌های غیرسمی با توجه به مقدار آن‌ها در هوا، می‌توان درجات و شدت‌های مختلف آلودگی قائل گردید که این درجه‌ها از غیرآلوده (بدون گرد و غبار)، تا بسیار آلوده (فوق‌العاده گرد و خاکی) به شرح زیر تغییر می‌کنند.

مقدار گرد و غبار بر حسب میلی‌گرم در متر مکعب	کیفیت هوا
کم‌تر از ۱	گرد و غبارآلود نیست
کم‌تر از ۵	تقریباً گرد و غبارآلود
کم‌تر از ۱۰	گرد و غبارآلود
کم‌تر از ۲۰	بسیار گرد و غبارآلود
کم‌تر از ۱۰۰	فوق‌العاده گرد و غبارآلود

به منظور تبدیل استانداردهای وزنی، غلظت گرد و غبار به نسبت‌های عددی، پذیرفته شده است که هر یک میلی گرم گرد و غبار در مترمکعب معادل با ۲۰۰ ذره (یا مقطع تا ۲ میکرون) در هر سانتی مترمکعب باشد.

تا آن جایی که به هوای معدن مربوط می‌شود، مقدار گرد معلق در کارگاه‌های فعال معدن بین چند میلی گرم و چند صد میلی گرم، در نوسان است که گاهی این مقدار در نزدیکی شیب‌های تندی که به وسیله‌ی آن‌ها مواد استخراجی به پایین انتقال می‌یابد و سینه کارهایی که در آن‌ها ماشین‌های برش زغال مشغول به کار هستند و هم چنین در موقع فعالیت ماشین‌های حفار بارکننده و غیره، به چند گرم در مترمکعب مثلاً ۷-۵ و حتی ۱۵-۱۰ گرم در مترمکعب می‌رسد.

منابع عمده‌ی تولید گرد و غبار در معدن

این منابع عبارت‌اند از :

۱- حفاری ؛ ۲- ماشین‌های برش و بارگیری ؛ ۳- انفجار ؛ ۴- بارگیری و انتقال مواد معدنی ؛ ۵- حمل و نقل مواد معدنی و سنگ‌ها ؛ ۶- کانه‌آرایی و تغلیظ خشک مواد معدنی. در معادن زغال‌سنگ بیش‌ترین مقدار گرد و غبار توسط ماشین‌های زغال‌بر و یا ماشین‌های حفار بارکننده، مخصوصاً آن‌هایی که با زنجیر برش و یا ابزارهای ضربه‌ای کار می‌کنند، تولید می‌شود. انتقال زغال‌سنگ با ناوهای جنبان و حمل آن‌ها از طریق شیب‌های تند و نیز استفاده از ناو باربری، موجب تولید مقدار زیادی گرد و غبار در معدن می‌شود. مجموع مقدار گردی که در معادن فلزی از منابع مختلف به وجود می‌آید، به شرح زیر است :

از حفاری تا	۸۵٪
از آتش‌باری	۱۰٪
از سایر قسمت‌ها	۵٪
جمع	۱۰۰٪

روش‌های کم کردن گرد و غبار هوای معدن

۱- جلوگیری از تشکیل گرد و غبار

الف - استخراج ماده‌ی معدنی به روش هیدرولیکی ؛

ب - استخراج کان‌سارهای فلزی با استفاده از آتش‌باری‌های سنگین و با استفاده از چاله‌های

عمیق ؛

ج - در به کارگیری روش حفر چاله بدون گرد و خاک مثل روش های فرکانس زیاد ارتعاشی و غیره. باید توجه داشت که استفاده از روش های یاد شده تا حدودی از تشکیل گرد و غبار جلوگیری می کند.

۲- جلوگیری از پراکنده شدن گرد و غبار

الف - تهویه مؤثر قسمت های مختلف معدن؛

ب - استفاده از تزریق آب به هنگام حفر چاله (آب، کار جذب گرد و غبار را در حفاری انجام می دهد)؛

ج - جمع آوری گرد و خاک هنگامی که استفاده از آب مقدور نباشد (استفاده از محفظه های غبارگیر حفاری و دستگاه های مکندگی گرد و غبار)؛

د - پراکنده کردن آب در هوای معدن، (به وجود آوردن پرده ای آب توسط دوش های آب مخصوص)؛

ه - تزریق آب (تزریق آب به وسیله ی چاله های متفرقه و مرطوب کردن منطقه ی حفاری)؛
و - روش الکترواستاتیک (عبور ذرات از داخل میدان الکتریکی با ولتاژ زیاد و منفی شدن بار ذرات و جذب شدن و به دام افتادن ذرات به وسیله ی الکترودهای مثبت).

گرد زغال

در معادن زغال سنگ، ذرات ریز زغال به صورت گرد و غبار پراکنده اند و در صورت به وجود آمدن شعله مشتعل شده و سبب انفجار بزرگی می شوند که معمولاً از انفجار گاز متان خطرناک تر است.

طرز تشکیل و مشخصات گرد زغال: هنگام استخراج لایه ی زغال سنگ، مقدار زیادی گرد زغال در هوا پراکنده می شود. این گرد و غبار به مدت زیادی در فضای معدن معلق می ماند و به تدریج در کف، سقف و دیوارها رسوب می کنند. هرچه ذرات ریزتر باشند، مسافت بیش تری را طی کرده، در محدوده های وسیع تری رسوب می نمایند. اندازه ی ذرات زغال حدود ۷۵ میکرون^۱ است.

مقدار گرد زغالی که در معادن مختلف تولید می شود، متفاوت است و در هر نوع، به روش استخراج بستگی دارد. مثلاً هنگام آتش کاری لایه ی زغال، مقدار زیادی گرد زغال تولید می شود که به طور کلی قسمت اعظم گرد زغال در فاصله ی ۲۰ تا ۵۰ متری از محل تشکیل، رسوب می کنند و تنها ذرات ریزتر در فاصله های دورتر دیده می شوند.

۱- هر میکرون ۰/۰۰۱ میلی متر است.

سایر ذرات معلق در هوای معدن

دود: ذرات بسیار ریز مواد جامد و مایع که به طور معلق در هوا به حرکت درمی آیند و عموماً از مواد کربنی و قیری تشکیل می شوند را دود می نامند. علت پیدایش دود ناشی از آتش سوزی و خروج سریع گازهایی است که در اثر حریق، از ماده‌ی سوختنی جدا می شوند. ذرات کربن حاصل از تجزیه‌ی مواد سوختنی، در گازهای متصاعد شده‌ی ناشی از سوختن مواد نفتی نیز به مقدار زیادی وجود دارند به طوری که هرچه مواد نفتی سنگین تر باشد، میزان دود بیش تر خواهد بود. دود حاصل از آتش سوزی دو زیان عمده را سبب می شود: اول آن که این ذرات ممکن است دارای چنان رنگ و اندازه‌ای باشند که راه‌های ورود نور و هوا را مسدود نموده، باعث فقدان دید و عدم رؤیت راه‌های خروجی و علائم اضطراری شوند. به علاوه دود نشانه‌ی خوبی برای پی بردن به آتش سوزی است و باعث دلهره و دست پاچگی افراد می شود. دوم این که تنفس ذرات دود به مقدار زیاد و مدت طولانی، ممکن است به سیستم تنفسی آسیب برساند و موجب آبریزش چشم و مزاحمت در دید، عطسه و سرفه شود.

آکرولئین (C_3H_4OH): محلولی فرّار با بوی بسیار بد و نفرت انگیز است که در گازهای خروجی از موتورهای درون سوز وجود دارد. بخارهای آکرولئین ۱/۹ برابر سنگین تر از هواست به همین دلیل در قسمت‌های پایین کارگاه‌ها متراکم می شود. این گاز کاملاً سمی بوده، تراکم آن‌ها در معدن از تمامی گازها خطرناک تر است. تنفس آکرولئین باعث احساس سنگینی در سینه، سرفه و گاهی سرگیجه، خواب‌آلودگی و غش‌های کوتاه مدت می شود. حداکثر مجاز گاز آکرولئین در هوای معدن ۸/۰ در میلیون است. اگر این مقدار به ۱۰ قسمت در میلیون برسد، به سادگی شخص را از پا می اندازد و مقدار ۵ قسمت در میلیون آن باعث مرگ می شود.

خودآزمایی

- ۱- تغییرات عمده‌ای که در هوای معدن و در حین استخراج صورت می‌گیرد، به چه نحوی است؟
- ۲- گازها و آلودگی‌هایی را که در اثر استخراج، وارد هوای معدن می‌شوند، شرح دهید؟
- ۳- درجه‌ی آلودگی هوای (اتمیسفر) معدن به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۴- گازهای فعال در معادن به چه گازهایی گفته می‌شود؟
- ۵- هوای مرده چیست؟
- ۶- خطرات ناشی از عدم بررسی گاز متان و گرد زغال را شرح دهید؟
- ۷- علل اصلی کاهش مقدار گاز اکسیژن در هوای معدن را نام ببرید؟
- ۸- طرق مختلف اندازه‌گیری گاز اکسیژن را شرح دهید؟
- ۹- منابع تولید منواکسیدکربن در هوای معدن کدام‌اند؟
- ۱۰- طریقه‌ی تشخیص میزان گاز منواکسیدکربن در معدن به چه صورتی است؟
- ۱۱- مشخصه‌ی گاز سولفید هیدروژن (H_2S) چیست؟ منابع تولید آن کدام‌اند؟
- ۱۲- به‌طور کلی گازهایی را که در معادن برای اندازه‌گیری و بررسی حائز اهمیت هستند، نام ببرید؟
- ۱۳- برای جلوگیری از انفجار مخلوط روغن در هوای فشرده، چه اقداماتی باید صورت گیرد؟
- ۱۴- روش‌های کم کردن گرد و غبار هوای معدن را نام ببرید؟
- ۱۵- زیان‌های دود در هوای معدن چیست؟
- ۱۶- آکروئین چیست و چه ویژگی‌هایی دارد؟
- ۱۷- گازهایی را که در این فصل شناختید نام ببرید و توضیح دهید که دستگاه‌های اندازه‌گیری هرگاز در کدام قسمت معدن باید قرار گیرد؟

هوارسانی، تجهیزات و تأسیسات تهویه معدن



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- مشخصات فیزیکی هوای معدن و چگونگی اندازه‌گیری آن‌ها را شرح دهد.
- ۲- تجهیزات و تأسیسات هوارسانی معدن را تشریح کند.
- ۳- سیستم‌های تهویه را شرح دهد.
- ۴- روش‌های مختلف تهویه را بیان کند.
- ۵- هوارسانی در معادن روباز را تشریح کند.
- ۶- چگونگی مبارزه با آلودگی هوا در معادن روباز را شرح دهد.

هوارسانی، تجهیزات و تأسیسات تهویه معدن

مشخصات فیزیکی هوای معدن

مهم ترین مشخصه های فیزیکی هوای معدن، شامل جرم مخصوص، وزن مخصوص، دما، رطوبت، سرعت، فشار و گذر هوا است که در این جا به بیان آن ها می پردازیم :

جرم مخصوص: جرم، واحد حجم هواست. هرگاه M جرم و V حجم هوا باشد، جرم

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \text{مخصوص } \rho \text{ برابر است با:}$$

در شرایط متعارفی یعنی فشار یک اتمسفر و حرارت صفر درجه ی سانتی گراد، جرم مخصوص هوا برابر با $1/295$ کیلوگرم بر مترمکعب است. لیکن به طور کلی، به لحاظ وجود بخار آب در هوا، جرم مخصوص استاندارد آن را $1/2$ در نظر می گیرند.

وزن مخصوص: عبارت است از وزن واحد حجم هوا. هرگاه وزن را با G و حجم را با V

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad \text{نشان دهیم، وزن مخصوص } \gamma \text{ برابر است با:}$$

دما: دما معیاری از گرمی یا سردی یک ماده است. دمای یک ماده به شرطی افزایش می یابد که انرژی جنبشی متوسط ذره های آن افزایش یابد، اگر انرژی جنبشی کاهش یابد، دما کاهش می یابد. بنابراین دما کمیتی فیزیکی است که با انرژی جنبشی متوسط ذره های یک ماده متناسب است. در اندازه گیری های علمی، اغلب مقیاس دمایی سلسیوس (سانتی گراد) را به کار می برند و از دستگاه های دماسنج برای این منظور استفاده می کنند.

دمای هوایی که در داخل معادن زیرزمینی جریان دارد، تحت تأثیر عوامل مختلفی تغییر می کند. این عوامل شامل تراکم خود به خود هوا در حین پایین رفتن در چاه، گرمای سنگ های اطراف دیواره ی تونل ها و مبادله ی حرارتی سنگ ها و هوای معدن، فرایندهای مختلف حرارت زا و حرارت گیر درون معدن و نظایر آن ها است. در زیر به اختصار عوامل فوق را شرح می دهیم :

تراکم خود به خود هوا: در نتیجه ی پایین رفتن هوا از چاه های قائم و مورّب، بر میزان فشردگی آن اضافه می شود و لذا دمای هوا بالا می رود تراکم خود به خود هوا باعث می شود به ازای هر 10° متر افزایش عمق، یک درجه ی سانتی گراد به دمای هوا افزوده شود.

گرمای سنگ های اطراف دیواره ی تونل ها: با افزایش عمق کارهای معدنی، بر درجه ی حرارت سنگ های اطراف آن افزوده می گردد. این موضوع تحت عنوان شیب زمین گرمایی تعریف

شده است. مقدار عمقی را که در ازای آن به دمای سنگ‌های زمین یک درجه‌ی سانتی‌گراد اضافه می‌شود، شیب زمین گرمایی می‌گویند. این مقدار در معادن زغال‌سنگ ۳۰ تا ۳۵ متر و در معادن فلزی ۴۵ تا ۵۰ متر و حد متوسط آن ۳۳ متر است.

مبادله‌ی حرارتی سنگ‌ها و هوای معدن: هوایی که از داخل تونل‌ها و چاه‌ها عبور می‌کند، در حین گذر از شبکه‌ی معدن، در تماس با دیواره‌های سنگی اطراف، حرارت آن‌ها را جذب می‌کند و در نتیجه دمای آن بالا می‌رود؛ اگر دمای آن بیش‌تر از سنگ‌های اطراف باشد، آن‌ها را گرم می‌کند. میزان تبادل حرارت به اختلاف درجه‌ی حرارت هوا و سنگ‌ها، ضریب انتقال حرارت سنگ‌ها، شدت جریان هوای معدن و بعضی عوامل دیگر ارتباط پیدا می‌کند.

فرایندهای حرارت‌زا: فرایندهایی را که موجب ایجاد حرارت و بالا رفتن دمای هوا شوند، فرایندهای حرارت‌زا می‌گویند، از جمله‌ی این فرایندها اکسیداسیون زغال‌سنگ «پیریت» و پوسیدن چوب‌های معدن را می‌توان نام برد.

فرایندهای حرارت‌گیر: به فرایندهایی می‌گویند که موجب خنک‌شدن هوای داخل معدن می‌شوند و خلاف فرایندهای حرارت‌زا عمل می‌کنند. تبخیر آب یک فرایند حرارت‌گیر است و باعث پایین آمدن دمای هوای داخل معدن می‌شود.

سایر عوامل: تنفس کارکنان معدن، حرارت چراغ‌های معدنی و خطوط لوله‌ی هوای فشرده از جمله عواملی هستند که باعث افزایش درجه‌ی حرارت هوای معدن می‌شوند.

رطوبت هوای معدن: وزن بخار آبی که در واحد حجم هوا وجود دارد، رطوبت مطلق آن هوا نام دارد و معمولاً برحسب گرم در متر مکعب بیان می‌شود. اما همان‌طور که می‌دانید رطوبت را برحسب درصد بیان می‌کنند. در این‌جا از شاخص رطوبت نسبی استفاده می‌کنند؛ به این ترتیب که نسبت رطوبت مطلق هوا را به مقداری که برای اشباع هوا از رطوبت در آن دما لازم است، تعیین می‌کنند و در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنند.

$$\text{رطوبت نسبی} = \frac{\text{مقدار رطوبت موجود در هوا (گرم در مترمکعب)}}{\text{مقدار بخار آب لازم جهت اشباع هوا در همان دما (گرم در مترمکعب)}} \times 100$$

فشار هوای معدن: فشار هوا مهم‌ترین عامل در جابه‌جا شدن هوا است. هرگاه بین دو نقطه، اختلاف فشار هوا وجود داشته باشد، هوا در جهت منطقه‌ی پرفشار به کم فشار جریان پیدا می‌کند. فشار هوا از لحاظ هوارسانی در معدن اهمیت فراوانی دارد. متداول‌ترین واحدهای اندازه‌گیری فشار هوا، کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و کیلوگرم بر مترمربع است.

در معادن فشار هوا به صورت نسبی سنجیده می‌شود. هرگاه فشار هوا نسبت به خلأ مطلق سنجیده شود، آن را فشار مطلق و چنانچه نسبت به فشار آتمسفر سنجیده شود، به آن فشار نسبی می‌گویند.

$$\text{فشار نسبی} + \text{فشار آتمسفر} = \text{فشار مطلق}$$

سرعت هوا در معدن: سرعت هوای معدن عبارت است از فاصله‌ای که هوا در واحد زمان می‌پیماید و این عامل جزء مهم‌ترین مشخصات هوارسانی معدن است اندازه‌ی مجاز سرعت هوای معدن در قسمت‌های مختلف آن، طبق جدول زیر است.

جدول ۱-۲

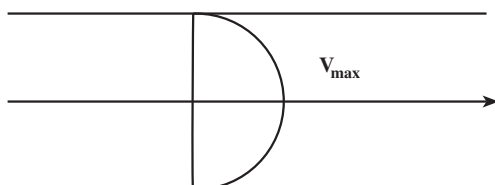
سرعت مجاز برحسب متر در ثانیه	شرح
۰/۲۵	حداقل سرعت هوا
۴	حداکثر سرعت مجاز در قسمت‌های داخلی
۸	حداکثر سرعت مجاز در چاه یا تونل اصلی
۱۰	حداکثر سرعت مجاز در تونل تهویه

به‌طور کلی سرعت کم‌هوای معدن، در نقاط پیش‌روی تونل‌ها، سرعت متوسط در چاه‌ها یا تونل‌های اصلی و سرعت‌های زیاد در تونل‌های تهویه در نزدیکی دستگاه‌های «وتیلاتور» وجود دارد. **سرعت حقیقی هوای معدن:** عبارت است از سرعت هوا در هر نقطه از مقطع تونل که مقدار آن متفاوت است.

سرعت متوسط: عبارت است از نوعی سرعت فرضی که خارج قسمت گذر هوا Q بر A سطح مقطع تونل است.

$$V_m = \frac{Q}{A}$$

لازم به ذکر است که در معادن، بیش‌تر از سرعت متوسط هوای معدن (در محاسبات) استفاده می‌شود. سرعت دیگری که از آن بحث می‌شود، سرعت ماکزیمم است. بیش‌ترین سرعت هوا را که معمولاً در مرکز مقطع کار معدنی قرار دارد، سرعت ماکزیمم می‌گویند. هرگاه منحنی توزیع سرعت‌ها در مقطع یک تونل را ترسیم کنیم، مشاهده می‌شود که شکل سهمی است که سرعت ماکزیمم در مرکز آن قرار دارد.



شکل ۱-۲ — سرعت هوا در سقف، کف و دیواره‌های تونل به علت اصطکاک، کم‌تر از مرکز سطح مقطع تونل است.

سرعت جریان هوا باید در حدود معینی باشد، زیرا جریان سریع هوا موجب ناراحتی افراد می‌شود و بر مقدار گرد و غبار موجود در هوا می‌افزاید و ضمناً در معادن گرم، باعث سرماخوردگی کارکنان معدن می‌گردد. به عکس هرگاه سرعت هوا کم باشد، هوا قادر به حرکت دادن گازها و گرد و غبار در معدن نخواهد بود.

گذر هوا: گذر هوا عبارت است از حاصل ضرب سرعت هوا در سطح مقطع کار معدنی. سرعت جریان هوا در تونل، همان‌طور که گفته شد یک‌سان نیست بلکه سرعت هوا در حوالی محور طولی تونل حداکثر و نزدیک به سقف، کف و دیواره‌های آن کم‌تر است؛ لذا باید مقدار متوسط سرعت یعنی V_m را در مقطع تونل به دست‌آورد و آن را در سطح مقطع آن A ضرب کرد.

$$Q = V_m \times A$$

این فرمول گذر هوا را بر حسب مترمکعب در ثانیه یا دقیقه، بیان می‌کند.

نحوه‌ی اندازه‌گیری مشخصه‌های فیزیکی هوای معدن

اندازه‌گیری دمای هوای معدن: درجه‌ی حرارت هوای معدن را می‌توان به وسیله‌ی دماسنج‌های معمولی اندازه‌گیری کرد ولی به علت ظرافت و شکنندگی آن‌ها و عدم امکان ثبت درجه‌ی حرارت، دستگاه‌هایی به کار می‌برند که کمیت حرارتی را به کمیت الکتریکی تبدیل می‌کنند. یک نمونه از دستگاه‌های دماسنج معدنی در شکل (۲-۲) مشاهده می‌شود.



ب



الف

شکل ۲-۲- دماسنج مخصوص اندازه‌گیری دمای هوای معدن الف- قابل حمل، ب- دیواری

پیشنهاد شده است برای اطمینان از اندازه‌گیری صحیح درجه‌ی حرارت، حداقل دو اندازه‌گیری مختلف به فاصله‌ی زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه انجام شود اگر دماهای خوانده شده یک‌سان باشد، صحت اندازه‌گیری قابل تأیید است؛ ضمناً باید توجه داشت که عمل دماسنجی توسط دستگاه، در محل خشک و دور از رطوبت و آب انجام شود.

اندازه‌گیری رطوبت هوای معدن: دستگاه اندازه‌گیری رطوبت هوای معدن (که به رطوبت سنج معروف است و به آن «پسیکرومتر» هم می‌گویند)، دارای دو حرارت سنج دقیق درجه‌بندی شده تا ۱/۰° درجه است که مخزن یکی از آن‌ها آزاد است و هوای معدن از دور آن عبور می‌کند ولی روی مخزن دیگر حرارت سنج را مقداری پارچه‌ی مرطوب قرار می‌دهند. دماسنج دوم دمای هوا را پایین‌تر از حرارت سنج خشک نشان می‌دهد. اختلاف درجه‌ی حرارت این دو حرارت سنج، به‌طور معکوس با رطوبت نسبی هوا متناسب است.

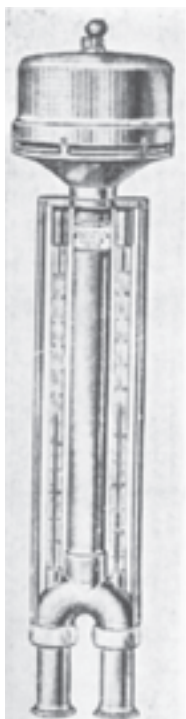
ساختمان رطوبت‌سنج همان‌طور که در شکل (الف-۲-۳) مشاهده می‌شود، از دو حرارت سنج موازی تشکیل شده که در قاب آهنی دسته‌داری نصب شده‌اند. برای اندازه‌گیری رطوبت نسبی هوا رطوبت‌سنج را به دست می‌گیرند و آن را دور محور دسته‌ی خود می‌چرخانند که مدتی حدود ۵/۰° تا ۲ دقیقه طول می‌کشد تا درجه‌ی حرارت هر دو دماسنج به حد ثابتی برسد. در این شرایط رطوبت نسبی هوا به‌صددردصد رسیده است زیرا در این حالت، هوا از رطوبت اشباع است و نمی‌تواند آب پارچه‌ی مرطوبی را که دور یکی از دو حرارت سنج پیچیده شده، تبخیر کند.

نوع دیگری از دستگاه‌های رطوبت سنج وجود دارد که دارای بادبزن کوکی کوچکی است که در اثر چرخش پروانه‌ی آن، هوا از اطراف دماسنج‌های مرطوب و خشک عبور می‌کند و در حقیقت به جای عمل دستی چرخاندن رطوبت‌سنج، هوا را به وسیله‌ی بادبزن کوکی به حرکت درمی‌آورند. اساس کار و اندازه‌گیری آن مشابه نوع رطوبت سنج دستی است شکل (ب-۲-۳).

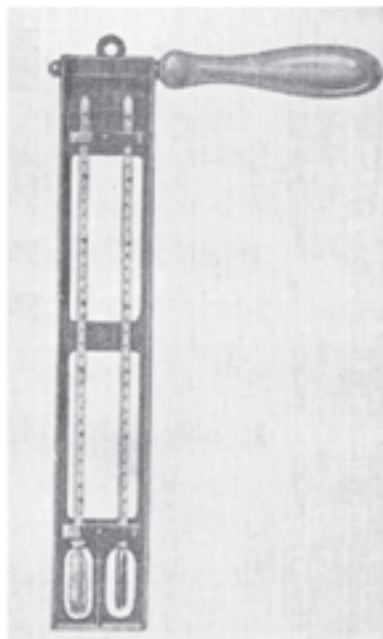
اندازه‌گیری فشار هوای معدن: اندازه‌گیری فشار هوای معدن معمولاً به وسیله‌ی دستگاه‌های فشارسنج فلزی انجام می‌شود که فشار ۶۰۰ تا ۷۹۰ میلی‌متر جیوه را نشان می‌دهند.

فشارسنج معمولی دارای دقت محدودی حدود ۵/۰° میلی‌متر آب است و برای کارهای دقیق کاربرد چندانی ندارد. برای اندازه‌گیری اختلاف فشار هوای معدن در دو نقطه‌ی معین، فشار مطلق این دو نقطه را به وسیله‌ی فشارسنج‌های معمولی اندازه‌گیری می‌کنند و اختلاف فشار آن دو را به عنوان اختلاف فشار دو نقطه در نظر می‌گیرند شکل (۴-۲).

دستگاه‌هایی به نام فشار نگار (باروگراف) وجود دارد که فشار هوای معدن را به‌طور مداوم اندازه‌گیری می‌کند.

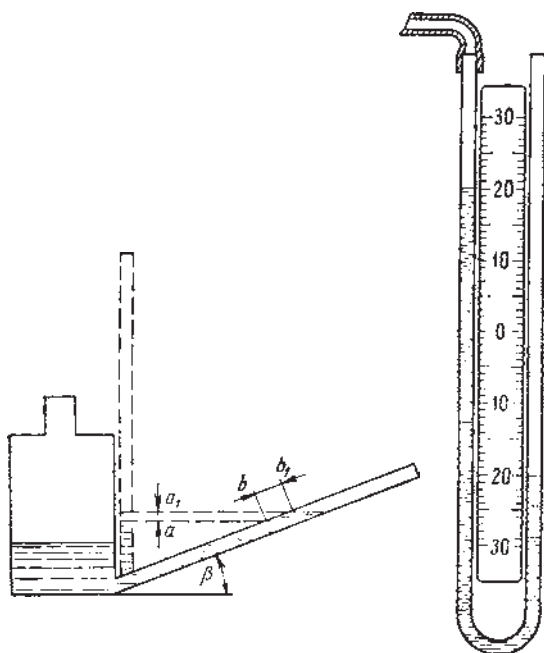


ب - نوعی رطوبت سنج فن دار



الف - رطوبت سنج دورانی

شکل ۳-۲ - دستگاه رطوبت سنج



ب - فشارسنج معمولی ج - فشارسنج مایل (برای اندازه گیری دقیق تر)

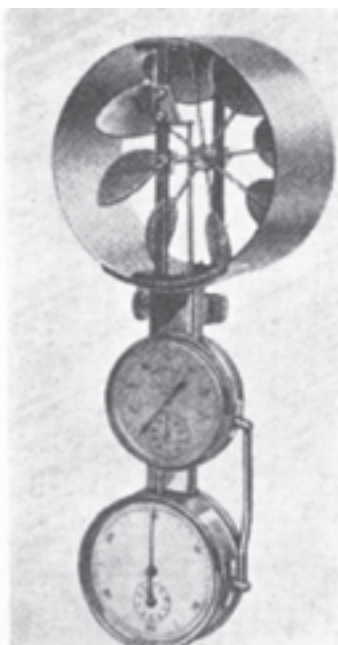
شکل ۴-۲ - فشارسنج



الف - فشارسنج دیجیتالی

اندازه‌گیری سرعت هوای معدن: برای اندازه‌گیری سرعت هوای معدن در نقاط مختلف، عموماً از دستگاه‌های «آنومتر» یا «بادسنج» استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها از یک پروانه و یک دستگاه دور شمار تشکیل شده‌اند که در نتیجه‌ی گردش پروانه، عقربه‌ی دورسنج حرکت کرده، تعداد دورها را مشخص می‌کند. یک نمونه از این دستگاه‌ها «بادسنج فنجانی» نام دارد که از چهار نیم‌کره‌ی توخالی متصل به یک محور تشکیل شده است. در نتیجه‌ی عبور هوا، فنجان‌ها می‌چرخند و محور را به گردش درمی‌آورند و تعداد دورها روی صفحه‌ی مدرج مشخص می‌شود و براساس آن، سرعت هوا را اندازه‌گیری می‌کنند.

صفحه‌ی مدرج دستگاه شامل یک دورشمار و یک ثانیه شمار است که تعداد دور پروانه را در مدت زمان معین، تعیین می‌کند و براساس یک منحنی شاخص، می‌توان سرعت جریان هوا را برحسب متر در دقیقه و یا در ثانیه تعیین کرد. آنومتر برای سرعت‌های یک متر در ثانیه حساس است و از طرفی چون برای به دست آوردن سرعت متوسط هوا لازم است که آنومتر در تمام سطح مقطع تونل حرکت داده شود؛ لذا باید احتیاط کرد که سرعت جابه‌جا کردن آن از یک دهم سرعت جریان هوا تجاوز نکند. قبل از به کار انداختن دور شمار، باید دستگاه را چند ثانیه در معرض جریان هوا قرار داد تا سرعت پروانه به حداکثر مقدار خود برسد. آنومتر تا ۲ درصد به طور تقریب، سرعت هوا را تعیین می‌کند.



شکل ۵-۲- آنومتر درجه در پایین

برای به کار انداختن و توقف دستگاه، از دکمه‌ی کوچکی که روی دستگاه وجود دارد استفاده می‌کنند شکل‌های (۲-۵) و (۲-۶).



شکل ۲-۶- آنومتر-درجه در مرکز

سرعت سنج (ولومتر): این دستگاه دارای یک پروانه‌ی دو شاخه است که در اثر جریان هوا به دور محور خود گردش کرده، وضع تعادلی پیدا می‌کند که متناسب با سرعت هوا است. ولومتر برای سرعت‌های نیم متر در ثانیه حساس است و بر خلاف آنومتر می‌تواند تغییرات سرعت جریان هوا را در هر لحظه نشان دهد شکل (۲-۷).



ب

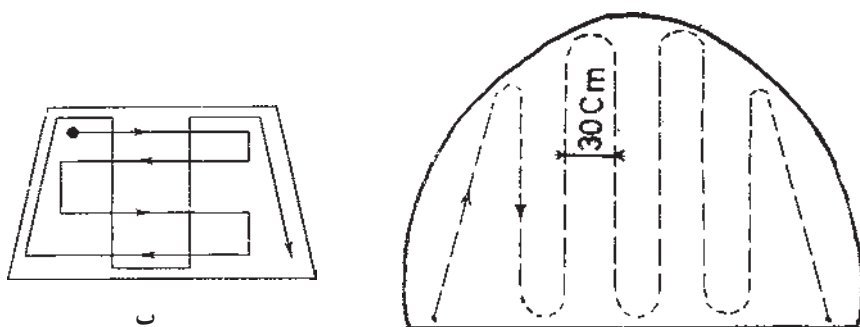


الف

شکل ۲-۷- ولومتر دیجیتالی

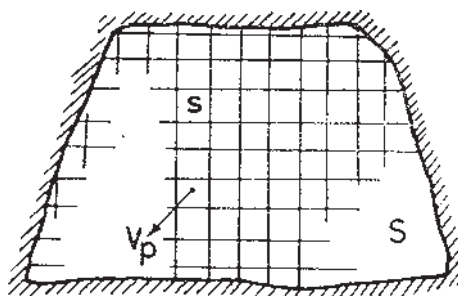
اندازه‌گیری گذر هوا: هم‌چنان که گفته شد، گذر هوا عبارت است از حاصل ضرب سرعت هوا در مقطع موردنظر. سرعت جریان هوا در تونل‌ها به‌طور یک‌نواخت نیست بلکه در حوالی محور تونل حداکثر و در نزدیکی سقف، کف و دیواره‌ی آن کم‌تر است؛ لذا باید سرعت متوسط V_m را در مقطع تونل به‌دست آورد. برای این منظور، چند طریق وجود دارد:

طریقه‌ی اول: آنومتر یا ولومتر را در وضعیت مناسبی گرفته، در سطح مقطع قائم تونل مطابق آن چه در شکل‌های زیر دیده می‌شود حرکت می‌دهند شکل (۸-۲).



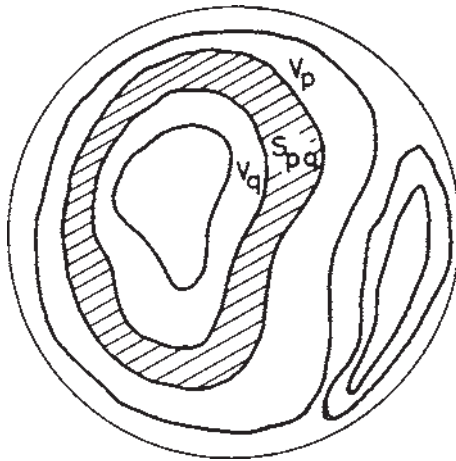
شکل ۸-۲- جهت حرکت دادن آنومتر در مقطع تونل برای اندازه‌گیری سرعت هوا

طریقه‌ی دوم: برای مواردی نظیر اندازه‌گرفتن سرعت متوسط هوا در پخش‌کننده (دیفیوز) ونتیلاتورها، مقطع را به وسیله‌ی سیم‌های نازکی به چهارضلعی‌هایی تقسیم کرده و سرعت هوا را در مرکز هر یک از آن‌ها اندازه می‌گیرند و متوسط آن‌ها را به‌دست می‌آورند شکل (۹-۲).



شکل ۹-۲- اندازه‌گیری سرعت هوا به وسیله‌ی سیم‌های نازک

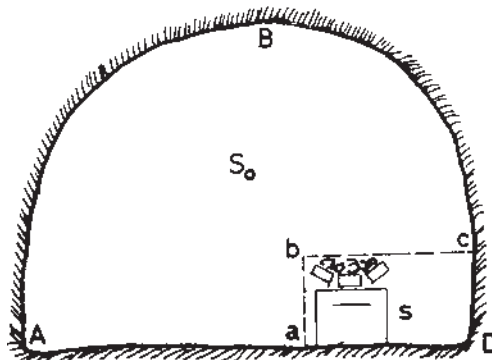
طریقه‌ی سوم: هرگاه مقطع تونل به صورت دایره باشد، به وسیله‌ی چند دایره آن را به حلقه‌هایی تقسیم می‌کنند که سطح آن‌ها با هم برابر باشد و میانگین سرعت دو دایره‌ی طرفین هر حلقه را برای سطح آن حلقه محسوب می‌کنند. این طریقه را در لوله‌ی ورودی و نتیلاتورهای بزرگ به کار می‌برند شکل (۱۰-۲).



شکل ۱۰-۲- استفاده از دواير برای اندازه‌گیری سرعت هوا

روش‌های مختلف دیگری نیز وجود دارد که از بیان آن‌ها در این جا خودداری می‌شود. نکته‌ی مهم این است که در تونل‌هایی که در آن‌ها به طور ثابت وسایلی مثل نوار باربری، لوله‌ی تهویه و غیره نصب شده است، مقداری از مقطع، به وسیله‌ی آن‌ها اشغال می‌شود و ضمناً محیط آن‌ها سرعت هوا را در اطراف خود کاهش می‌دهد شکل (۱۱-۲). هرگاه سطح مقطع آزاد تونل S_0 و مجموع سطح تجهیزات نصب شده S باشد، معمولاً نسبت S بر S_0 در حدود $1/2^\circ$ است اگر Q_0 گذر هوا در مقطع آزاد تونل و Q گذر هوای مورد محاسبه باشد، براساس آزمایش‌های به عمل آمده معلوم شده است که ضرب $1/0.7$ را باید در محاسبه منظور کرد یعنی

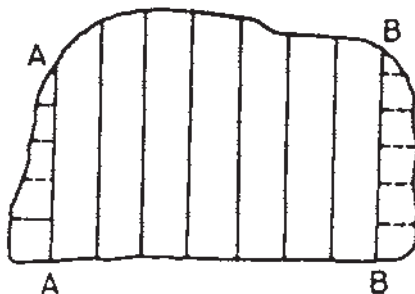
$$Q = 1/0.7 Q_0.$$



شکل ۱۱-۲- اثر تجهیزات ثابت در کم شدن سطح مقطع عبور هوا

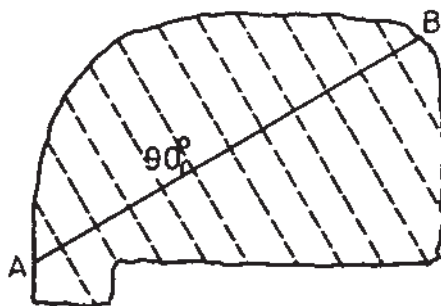
تعیین سطح مقطع تونل: اگر مقطع تونل دوزنقه، دایره یا اشکال منظم هندسی باشد، محاسبه‌ی سطح مقطع آن‌ها آسان است ولی هرگاه شکل سطح مقطع نامنظم باشد، در این صورت با روش‌های مختلف، باید نقشه‌ی آن را برداشت کرد و سطح آن را به‌دست آورد.

روش اول: به وسیله‌ی شاقول‌هایی که در فواصل مساوی در تونل می‌آویزند، سطح مقطع را به چهار ضلعی‌های طولی تقسیم کرده، به‌ترتیبی که در شکل ملاحظه می‌شود سطح هر قسمت را حساب می‌کنند (شکل ۲-۱۲).



شکل ۲-۱۲- استفاده از شاقول برای اندازه‌گیری مساحت سطح مقطع

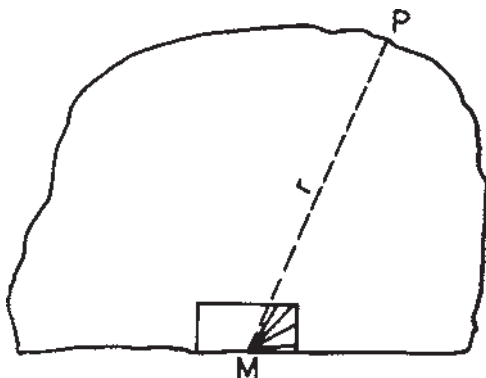
روش دوم: بین دو نقطه‌ی A و B یک نخ می‌بندند و بعد با اندازه‌گیری عرض تونل در امتداد عمود بر AB در نقاط مختلف آن را به چهار ضلعی‌هایی قسمت کرده، سطح آن را به‌دست می‌آورند (شکل ۲-۱۳).



شکل ۲-۱۳- استفاده از نخ جهت اندازه‌گیری مساحت سطح مقطع

روش سوم: در این طریقه یک صفحه‌ی چهارضلعی مقوایی را به‌طور قائم در قسمت وسط، پایین مقطع قرار می‌دهند سپس امتدادهای MP را روی مقوا رسم کرده، طول r آن‌ها نیز یادداشت می‌کنند و در بهلولی خط مربوطه می‌نویسند. به این طریق شکل دقیق سطح مقطع، روی مقوا رسم می‌گردد که می‌توان

آن را به آسانی اندازه گیری کرد. به این طریق روش قطبی هم می گویند شکل (۲-۱۴).



شکل ۲-۱۴- استفاده از صفحه‌ی مقوایی برای اندازه‌گیری مساحت مقطع

روش چهارم: محیط مقطع تونل را به وسیله‌ی یک لامپ مخصوص روشن می کنند و در نتیجه، سطح مقطع نمایان می شود و به وسیله‌ی دوربین عکاسی از آن عکس می گیرند و با به دست آوردن شکل دقیق مقطع، مساحت آن را محاسبه می کنند شکل (۲-۱۵).

در معادن دارای گازمتان، باید از دوربین های با فلاش ضد انفجار عکاسی کرد.



شکل ۲-۱۵- اندازه‌گیری مساحت مقطع به روش عکاسی

تجهیزات و تأسیسات هوارسانی معدن

ونتیلاتورها: مهم‌ترین وسیله برای هوارسانی به داخل معدن هستند که به وسیله‌ی آن‌ها هوا در بخش‌های مختلف شبکه‌ی معدن، شامل تونل‌های اصلی و فرعی، چاه‌ها و کارگاه‌های استخراج زیرزمینی جریان پیدا می‌کند. ونتیلاتورها وظیفه دارند هوای سالم و پاکیزه را به افرادی که داخل معدن کار می‌کنند، برسانند و گازهای سمی و قابل انفجار، گردوغبار و مواد زیان‌آور را از معدن خارج کنند شکل (۱۶-۲). انواع ونتیلاتورها عبارتند از:



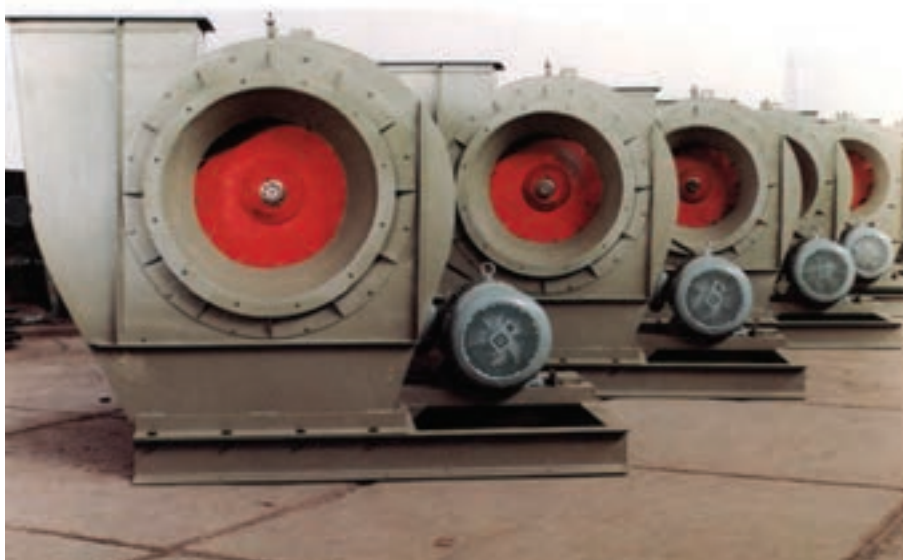
شکل ۱۶-۲- نمایشی از دهانه‌ی خروجی
ونتیلاتور سرچاه



۱- ونتیلاتور گریز از مرکز (سانتریفوژ): در این نوع ونتیلاتورها تعداد زیادی پره به یک چرخ گردنده متصل است که یک موتور آن‌ها را می‌چرخاند و در نتیجه هوایی که از طریق یک مجرای مرکزی وارد دستگاه شده، پس از تغییر جهت ۹۰ درجه و گرفتن انرژی از طریق مجرای حلزونی اطراف چرخ و در ادامه‌ی آن کانال خروجی، به بیرون هدایت می‌شود شکل‌های (۱۷-۲) و (۱۸-۲).

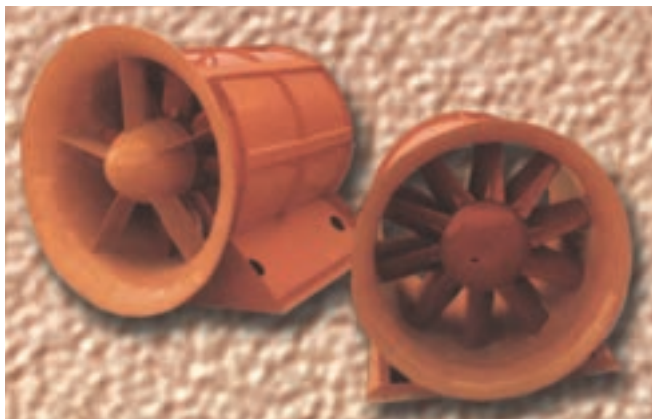
شکل ۱۷-۲- ونتیلاتور گریز از مرکز قبل از نصب

به ونتیلاتورهای مذکور ونتیلاتور «رادیال» یا «شعاعی» هم می‌گویند. نمونه‌ی این نوع دستگاه‌ها، کولرهای آبی خانگی هستند که عموماً آن‌ها را دیده‌اید. تیغه‌های این نوع ونتیلاتورها ممکن است تخت یا خمیده به طرف جلو یا عقب باشند. کاربرد تیغه‌های ونتیلاتور خمیده به عقب در صنعت بیش‌تر است.



شکل ۱۸-۲- نمایی از ونتیلاتورهای گریز از مرکز

۲- ونتیلاتور هلیکوئید (محوری): این نوع ونتیلاتورها حداقل دو پروانه دارند که یکی از آن‌ها ثابت است و زاویه‌ی تمایل شاخه‌های آن‌ها قابل تغییر است و هوا از یک طرف وارد و از طرف مقابل خارج می‌شود. ونتیلاتورهای هلیکوئید با سرعت بیش‌تری دوران می‌کند؛ لذا می‌توان آن‌ها را مستقیماً به موتور الکتریکی متصل کرد (شکل ۱۹-۲).



شکل ۱۹-۲- ونتیلاتورهای محوری

در شکل‌های (۲-۲۰) و (۲-۲۱) و (۲-۲۲) نمونه‌هایی از کاربرد این ونتیلاتورها را در معادن

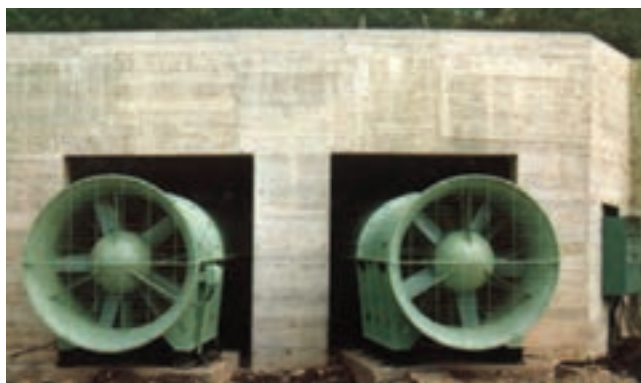
می‌بینیم.



شکل ۲-۲۰- ونتیلاتور جهت تهویه تونل



شکل ۲-۲۱- ونتیلاتور جهت تهویه سرچاه



شکل ۲-۲۲- دو ونتیلاتور جهت تهویه

برای تغییر دادن مشخصات هوادهی ونتیلاتورهای هلیکوتید، سرعت دوران و یا تمایل شاخه‌ی پروانه را تغییر می‌دهند. مثلاً در ابتدای کار بهره‌برداری از معدن که نیاز به هوا کم‌تر است، آن را با سرعت و دور کم‌تر و پس از توسعه یافتن آن، دور و سرعت ونتیلاتور را افزایش می‌دهند. پنکه‌های خانگی نمونه‌ی خوبی برای ونتیلاتورهای مذکور هستند که دور و سرعت آن‌ها نیز قابل تنظیم است. برای تغییر تمایل پره‌ها در بعضی از ونتیلاتورها، می‌توان زاویه‌ی تمایل پره‌ها را به وسیله‌ی یک موتور الکتریکی کمکی تغییر داد و یا این که ممکن است این عمل به‌طور خودکار انجام شود. در ونتیلاتورهای معمولی نیز ونتیلاتور را متوقف می‌کنند و زاویه‌ی پره‌ها را تغییر می‌دهند.

طرز نصب ونتیلاتور: ونتیلاتور را نزدیک چاه و روی فنداسیون مناسبی نصب می‌کنند و به وسیله‌ی یک راهرو یا کانال زیرزمینی چاه را به آن مربوط می‌کنند شکل (۲۴-۲). اندازه و نیم‌رخ کانال و پوشش جداره‌ی داخلی آن را طوری انتخاب می‌کنند که مقاومت آن به حداقل ممکن برسد و برای آن که تمام هوای داخل معدن از ونتیلاتور عبور کند، باید سرچاه را مسدود کرده برای این منظور از هوابندهای مخصوصی استفاده می‌شود.

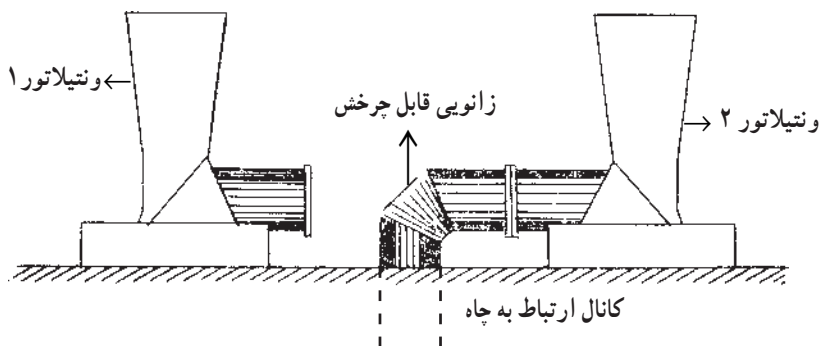
علاوه بر ونتیلاتور اصلی معدن، یک ونتیلاتور کمکی نیز در کنار آن نصب می‌کنند که اگر ونتیلاتور اصلی به دلایلی خراب شد، بلافاصله بتوان از آن برای هوارسانی معدن استفاده کرد تا جریان تهویه، قطع نشود. این ونتیلاتور کمکی نیز به همان راهرو یا کانال زیرزمینی ونتیلاتور اصلی ارتباط پیدا می‌کند شکل (۲۳-۲).



شکل ۲۳-۲- نمایش از ونتیلاتورهای اصلی و کمکی



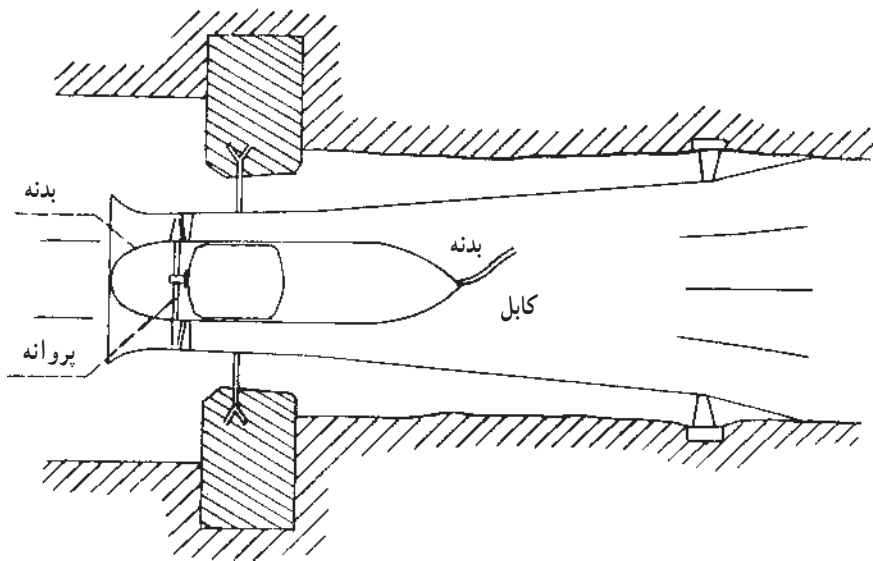
شکل ۲۴-۲- نمای کلی از ونتیلاتور اصلی



شکل ۲۵-۲- ونتیلاتورها و زانویی جهت زیر باربردن یکی از ونتیلاتورها

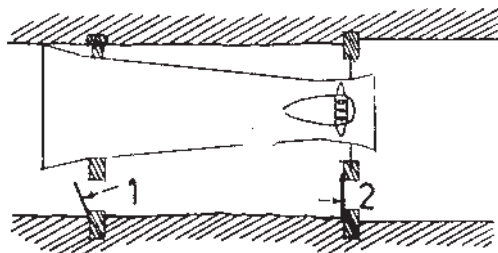
ونتیلاتورها را به طریقی نصب می کنند که بتوان در مدت ۳ تا ۵ دقیقه ونتیلاتور یدکی را مورد استفاده قرار داد و برای این کار کانال ارتباط به چاه را وارد فضایی می کنند که هر دو ونتیلاتور به آن مربوط می شود یک روش آن است که با زانویی فلزی قابل چرخش این عمل را انجام می دهند شکل (۲۵-۲).

برای نصب ونتیلاتور در داخل معدن از دستگاه‌هایی استفاده می‌کنند که دارای حجم کم‌تری باشند و آن‌را در راهرو مخصوص تهویه‌ی معدن که زمین و جداره‌ی آن محکم باشد در دیواره‌ای از بتن نصب می‌کنند شکل (۲-۲۶).



شکل ۲-۲۶- مقطع ونتیلاتور و استحکامات

هرگاه بخواهند از محلی که ونتیلاتور قرار دارد افراد نیز عبور کنند در کنار ونتیلاتور حداقل دو درب تهویه مخصوصی تعبیه می‌کنند که همیشه بایستی یکی از درب‌ها بسته باشد تا افراد بتوانند از طریق آن‌ها رفت و آمد کنند شکل (۲-۲۷).



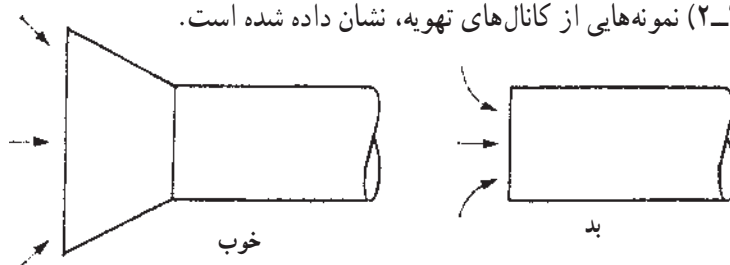
شکل ۲-۲۷- دو درب در کنار ونتیلاتور به عنوان راه روی عبور و مرور

کانال‌ها و مجاری تهویه: به منظور هدایت گردوغبار ایجاد شده در معدن به خارج، از کانال‌ها و مجاری تهویه استفاده می‌شود. کانال‌ها، باید تا حد ممکن به گونه‌ای باشند که مقاومت کم‌تری در برابر جریان هوا داشته باشند و دارای پیچ و خم‌های زیاد و تغییرات ناگهانی نیز نباشند.

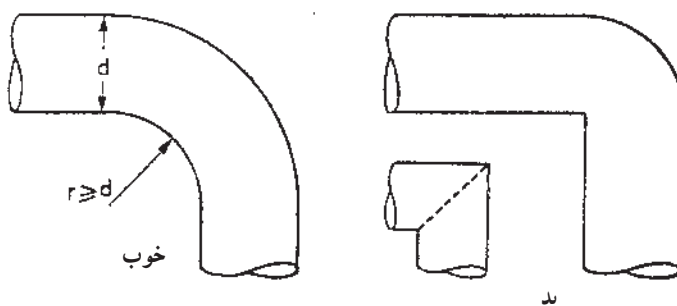


شکل ۲۸-۲. لوله‌های تهویه در اندازه‌های مختلف

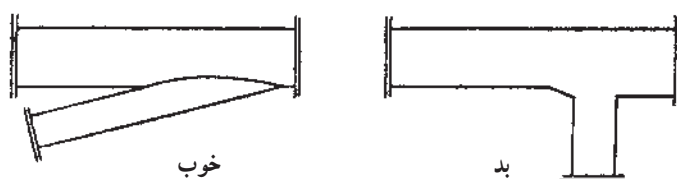
جریان مناسب هوا در کانال‌ها به قطر کانال‌ها، تعداد، موقعیت و شکل مراکز مکش یا دهش، هم‌چنین، به طول لوله‌کشی، تعداد و شکل قوس‌ها و اتصالات بستگی دارد. در شکل‌های (۲۹-۲) و (۳۰-۲) و (۳۱-۲) نمونه‌هایی از کانال‌های تهویه، نشان داده شده است.



شکل ۲۹-۲. ورودی کانال



شکل ۳۰-۲. قوس‌ها



شکل ۳۱-۲. انشعاب‌ها



شکل ۲-۳۲- کاربرد لوله‌های تهویه

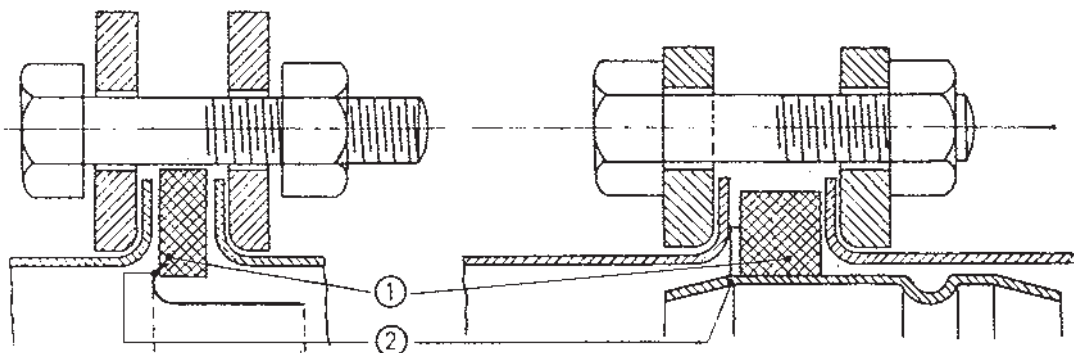


شکل ۲-۳۳- لوله‌های تهویه‌ای انعطاف‌پذیر

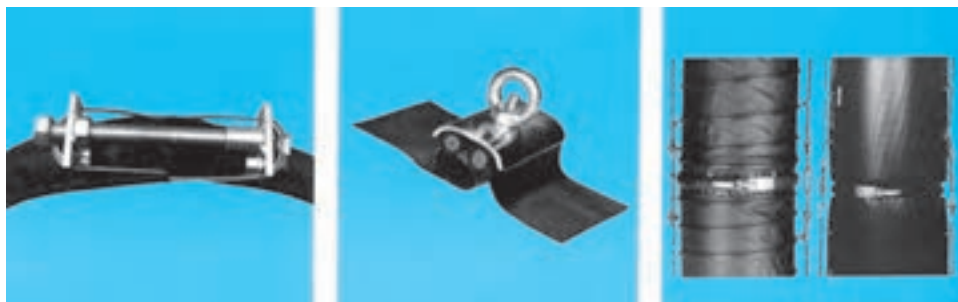
برای تهویه‌ی کارگاه‌ها و بن‌بست‌های در حال پیش‌روی از لوله‌ها و کانال‌های مختلفی استفاده می‌شود که شامل فولادی بی‌درز، جوش‌کاری شده یا پرچ شده، آهن گالوانیزه‌ی لحیم شده، تخته‌های خمیده‌ی سیم پیچی شده، تخته‌ی چند لایه‌ی فایبرگلاس، پارچه‌ی قابل انعطاف، کرباس یا پارچه‌های با الیاف مصنوعی می‌باشند. کلیه‌ی این وسایل به جز انواع قابل انعطاف برای دهش یا مکش هوا مناسب است شکل‌های (۲-۳۲) و (۲-۳۳).

انتخاب مجاری تهویه: در انتخاب لوله‌های مناسب تهویه، عوامل بسیاری دخالت دارند. از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به عوامل اقتصادی، طول نهایی لوله‌ی تهویه، مدت بهره‌برداری از لوله، موقعیت محیط و فشار لازم در مورد کار اشاره کرد. باید بدانیم که اکثراً هوای منتقل شده به کارگاه استخراج، کم‌تر از ۵۰ درصد هوای تولید شده به وسیله‌ی ونتیلاتور است. علت این امر، مقاومت دیواره‌ها و موانع در مجاری و هم‌چنین نشت هوا از آن‌ها است. مقدار نشتی هوا در لوله‌ها به ازای هر ۳۰ متر، نباید بیش از یک تا دو درصد مقدار کل حجم هوای تولیدی به وسیله‌ی ونتیلاتور باشد. نوع و جنس لوله‌ی تهویه نقش تعیین کننده‌ای در میزان نشتی آن دارد.

روش اتصال در لوله‌های انعطاف‌پذیر گوناگون است در شکل (۲-۳۵) دو نوع از اتصالات را می‌بینیم. در لوله‌های فلزی جوش کاری شده، شکل‌های (۲-۳۶) و (۲-۳۷) نشتی کم‌تری نسبت به لوله‌های فلزی با درزهای پرچ شده وجود دارد. هم‌چنین استفاده از اتصالات فلانچ (Flange) با واشرهای لاستیکی در لوله‌های فلزی بسیار مناسب است شکل (۲-۳۴).



شکل ۲-۳۴- اتصال فلانچ به کاررفته در لوله‌های تهویه‌ی ساخته شده از جنس گالوانیزه
۱- واشر لاستیکی، ۲- تکیه‌گاه مهره و ماسوره



شکل ۲-۳۵- دو نوع اتصال لوله‌های انعطاف‌پذیر تهویه

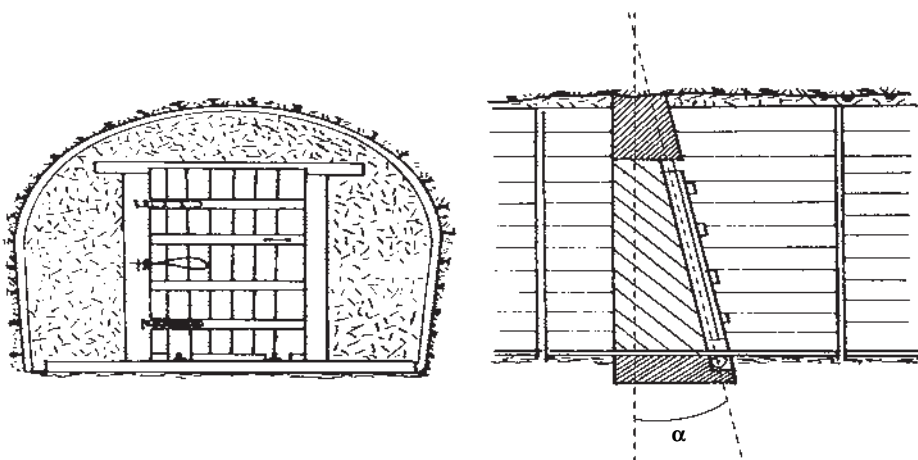


شکل ۳۶-۲- لوله‌های فلزی تهویه با اتصالات جوشکاری شده



شکل ۳۷-۲- لوله‌های فلزی تهویه با اتصالات جوشکاری شده

درب‌های تهویه: بعضی از شاخه‌ها و مسیرهای تهویه‌ی معدن، به مقدار بیش‌تری هوا نیاز دارند که آن هوا به‌طور طبیعی و آزاد تأمین نخواهد شد. اصولاً به‌وسیله‌ی درب‌های تهویه و یا دیافراگم و یا سد و یا صندوقه و غیره، هوا را به محل‌های مورد نیاز می‌رسانند و از به وجود آمدن مدارهای کوتاه که باعث به هدر رفتن هوا می‌شوند، جلوگیری می‌کنند.



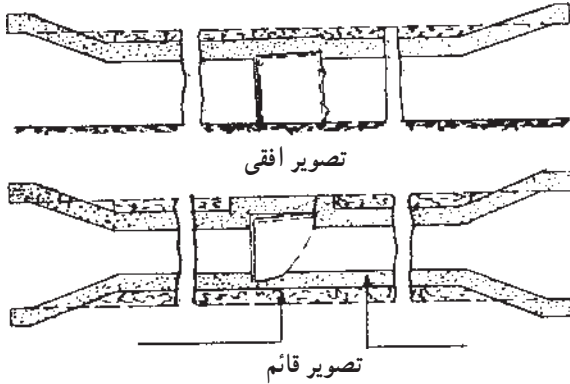
شکل ۳۸-۲- درب تهویه‌ی غیر قائم

برای جلوگیری از برقرارشدن مدار کوتاه در شبکه‌ی تهویه‌ی معدن در ضمن امکان عبور و مرور در گالری، معمولاً درب تهویه نصب می‌کنند. اندازه‌ی درب‌ها باید مطابق احتیاجات باشد مثلاً اگر قطارهای باربری باید از آن عبور کنند، عرض و ارتفاع درها را حداقل ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر بیش‌تر از اندازه‌های لوکوموتیو می‌گیرند. درها را با تخته و یا با آهن می‌سازند. درهای تخته‌ای ارزان‌تر است ولی درهای آهنی غیرقابل سوختن هستند، ضمناً محکم‌تر و غیرقابل نفوذ نیز می‌باشند درب‌های فلزی برای بعضی از محل‌های داخل معدن نظیر توقف‌گاه لوکوموتیوها - محل شارژ باطری‌ها - تلمبه‌خانه‌ها - انبار مواد منفجره و غیره اجباری است.

درب را در محل‌هایی که دیواره‌ی گالری محکم باشد، نصب می‌کنند و پس از آن که وسایل نگه‌داری را از آن مکان پیاده کردند، چهارچوب درب را با آجر و یا بتون می‌سازند و درب را در آن نصب می‌کنند. در چهارچوب درب‌ها، یک نوار لاستیکی قرار می‌دهند که هوا از فاصله‌ی بین لنگه‌ی درب‌ها و چهارچوب عبور نکند. درب‌های تهویه، باید همیشه بسته باشند و برای این منظور در درب‌هایی که به صورت قائم کار گذاشته می‌شوند از یک قطعه کابل فولادی، وزنه و یا وسیله‌ی

مکانیکی برای بستن درب استفاده می‌شود.

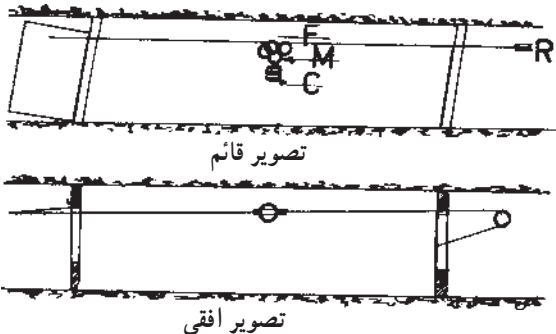
الف — دیافراگم: هرگاه بخواهند از مقدار هوایی که از یک شاخه عبور می‌کند، بکاهند یک دیافراگم نصب می‌کنند. دیافراگم تشکیل می‌شود از یک درب تهویه که در قسمت بالای لنگه‌ی درب، یک دریچه تعبیه شده است و غالباً با قراردادن یک کشو، می‌توانند سطح آن را تنظیم کنند. ممکن است دیافراگم را به طور ثابت پهلوی درب تهویه نصب کنند و در این صورت تمامی سطح درب پُر می‌باشد شکل (۲-۳۹).



شکل ۲-۳۹- مقاطع دیافراگم

در معادنی که امکان وقوع انفجار بیش‌تر باشد، باید درب‌های محکمی بسازند که در مقابل انفجار مقاومت کند و یا آن که نزدیک به درب معمولی، یک درب اطمینان که معمولاً باز است قرار می‌دهند و در مواقع ضرورت فوراً آن را می‌بندند.

در گالری‌های اصلی و هر جا که عبور و مرور زیاد باشد، دو درب به فاصله‌ی کافی از یک دیگر قرار می‌دهند به طوری که بین آن‌ها، یک قطار کامل استقرار پیدا کند. بین درب‌ها ارتباطی برقرار می‌کنند که در هر زمان فقط یکی از آن‌ها را بتوان باز کرد. برای این منظور طریقه‌های مختلفی به کار برده شده که ساده‌تر از همه یک کابل فولادی و وزنه است. در این طریقه دو سر کابل را به درب‌ها متصل می‌کنند شکل (۲-۴۰).



شکل ۲-۴۰- دیافراگم

در وسط یک وزنه ی C قرار می دهند. هرگاه یکی از درب ها را باز کنند، وزنه ی C به طرف بالا کشیده می شود و درب دوم باز نمی شود.

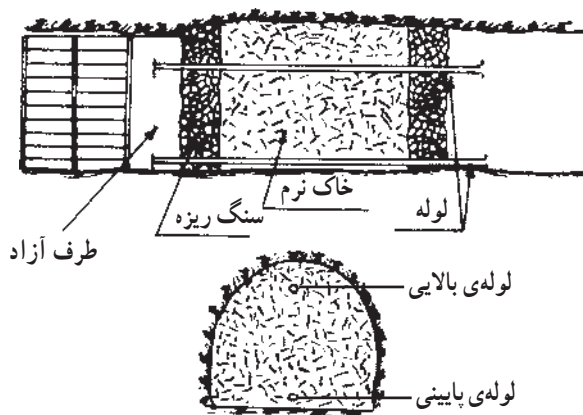
هرگاه اختلاف فشار بین دو طرف درب های تهویه زیاد باشد و باز کردن آن ها را مشکل سازد، دریچه ی کوچکی در وسط درب تعبیه می کنند که اول آن را باز کرده آن گاه تمام درب را می گشایند.

ب — پرده های تهویه: برای آن که مقاومت شاخه ای از تهویه را به طور موقت زیاد کنند، پرده به کار می برند؛ برای مثال اگر سقف گالری ریزش کرده و در آن حفره ای تولید شده باشد، یا برای رساندن هوا به زاویه ای در کارگاه و غیره، از پرده استفاده می کنند. گاهی نیز به طور دائم به جای درب های تهویه، از پرده استفاده می کنند مانند جلوی سطح مورب و یا در گالری هایی که مجهز به نوار باربری باشد. پرده های تهویه را با پارچه های مخصوص که آغشته به مواد ضد آتش شده است و یا با نوارهای باربری فرسوده، می سازند.

ج — سدهای تهویه: از نظر تهویه، سدهایی که می سازند بر دو نوع به شرح زیر است:

۱ — سدهای ساده: منظور از برقرار کردن سدهای ساده آن است که از ورود اشخاص به آن طرف سد، ممانعت به عمل آید (منطقه ی خطرناک).

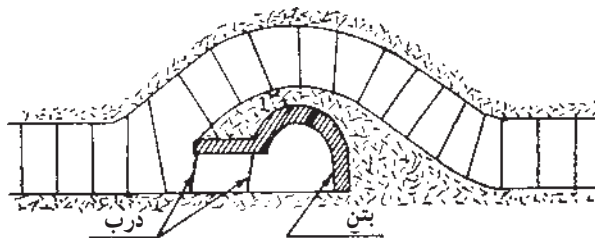
۲ — سدهای نفوذ ناپذیر: دیواره هایی هستند که کاملاً مانع از عبور هوا می شوند.



شکل ۴۱-۲ سد نفوذ ناپذیر

این سدها باید از لحاظ هوا، نفوذ ناپذیر باشند و اگر به وسیله ی لاشه سنگ ساخته شوند معمولاً دو دیواره به فاصله ی کافی می سازند و بین آن ها خاک می ریزند. در دیواره ی سد یک لوله به طرف پایین، برای عبور آب و یک لوله به طرف بالا، برای نمونه برداری از اتمسفر پشت سد، نصب می کنند. (شکل ۴۱-۲).

د- تلاقی‌ها: هرگاه گالری‌های دو مسیر مختلف تهویه یک دیگر را قطع کنند، در محل تلاقی آن‌ها، ترتیبی می‌دهند که یکی از آن‌ها از بالای دیگری عبور کند و ضمناً دارای دریی باشد که معمولاً بسته بماند. ساختمان تلاقی مذکور، باید در مقابل انفجارهای احتمالی مقاومت کند (شکل ۲-۴۲).



شکل ۲-۴۲

ه- صندوقه: قسمتی از مقطع گالری را به وسیله دیواره و یا تخته از کل مقطع، مجزا می‌کنند طوری که هوا از یک قسمت وارد شود و از بقیه برگردد. این طریقه فقط در کارهای مقدماتی به کار برده می‌شود ولی بهتر است که لوله‌ی تهویه به کار ببرند. شکل (۲-۴۳) نوع لوله‌ای آن را در دو وضعیت نشان می‌دهد.

درب‌های تهویه

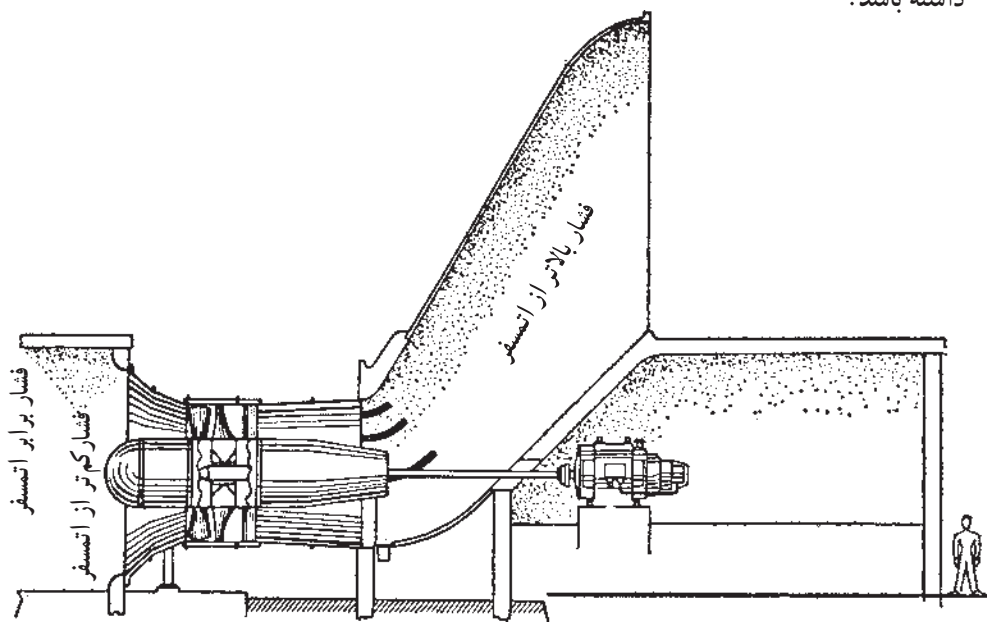


شکل ۲-۴۳- کاربرد صندوقه در تهویه

سیستم‌های تهویه

بعد از آشنایی مختصر با تجهیزات تهویه، در مورد نحوه‌ی حرکت هوا در داخل معدن بحث می‌کنیم. جریان هوا در یک معدن، زمانی ایجاد می‌گردد که بین دو نقطه‌ی ورود و خروج اختلاف فشار وجود داشته باشد، اختلاف فشار لازم برای به جریان انداختن هوا را می‌توان به طور طبیعی و

یا با قراردادن یک یا چند ونتیلاتور ایجاد نمود شکل (۴۴-۲). همیشه به خاطر داشته باشیم چه در معادنی که تهویه طبیعی دارند و چه در معادنی که از یک یا چند ونتیلاتور جهت تهویه استفاده می‌کنند بایستی حداقل دو کانال ورود و خروج هوا از اتمسفر آزاد به شبکه‌ی تهویه‌ی معدن وجود داشته باشد.



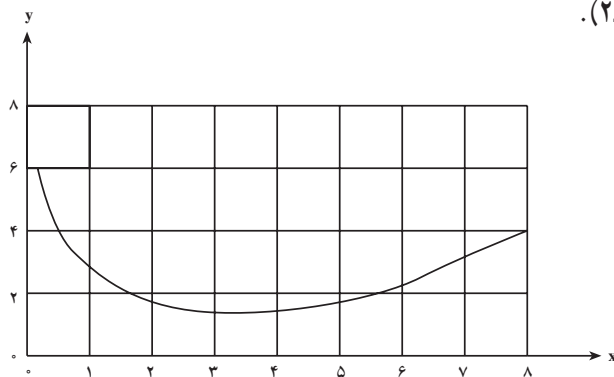
شکل ۴۴-۲- یک نمونه از ونتیلاتور با جریان محوری برای ایجاد اختلاف فشار تهویه‌ی معدن

تهویه‌ی طبیعی را فقط در معادن کوچک و زمانی که نیازی به کنترل و تنظیم دقیق هوا وجود نداشته باشد، می‌توان به کاربرد. امروزه در اکثر معادن مقدار زیادی هوا مورد نیاز است که در این صورت باید از ونتیلاتورهای مخصوص برای این کار استفاده کرد. بنابراین طرح و نصب تأسیسات و تجهیزات تهویه در معادن زیرزمینی، یکی از مهم‌ترین مسایل مهندسی در معادن محسوب می‌گردد. تأسیسات ونتیلاتور اصلی معدن را، به ویژه در معادن زغال، معمولاً در سرچاه یا تونل خروج هوا نصب می‌کنند و به این ترتیب معدن، تحت مکش هوا قرار می‌گیرد. اما در بعضی موارد ونتیلاتور اصلی را می‌توان در چاه‌ها یا مجاری ورودی هوا نیز نصب نموده در مواردی که انشعابات جریان تهویه، متعدد هستند و یا این که موانع مختلف در برابر حرکت هوا موجود است، علاوه بر ونتیلاتورهای اصلی، ممکن است ونتیلاتورهای کمکی کوچک نیز مورد استفاده قرار گیرند.

نحوه‌ی جریان و توزیع هوا در تمامی کارگاه‌های استخراجی به خصوصیات شبکه‌بندی معدن، تعداد چاه‌ها، تعداد لایه‌های قابل استخراج و شیب و ضخامت آن‌ها بستگی دارد. در معادن زغال، باید به‌طور جداگانه راه‌های ورودی و خروجی برای هر منطقه در نظر گرفت. در معادن فلزی در صورتی که مناطق استخراج شده به کارگاه‌های سطحی ارتباط داشته باشند، می‌توان هوای برگشتی را از طریق آن‌ها عبور داد.

همیشه در مقابل حرکت هوا در معدن موانعی وجود دارد که باعث کند شدن حرکت هوا می‌شود. به‌طور کلی مقاومت در برابر جریان هوا، به وسعت برآمدگی‌ها و فرو رفتگی‌ها و خصوصیات سطح مقطع راه عبور هوا و وجود هر گونه مانع و قوس‌های اضافی بستگی دارد. بنابراین، همواره در طراحی، باید وجود موانع و سطح مقطع راه را در نظر گرفت، در حد امکان از قرار دادن وسایل اضافی که در برابر جریان هوا مقاومت نشان می‌دهند، اجتناب کرد. برای کنترل دقیق جریان تهویه، نصب درب‌های تهویه در نقاط معین شده الزامی است.

تهویه‌ی فضا‌های زیرزمینی علاوه بر رقیق کردن و از بین بردن گازهای خطرناک، به منظور کاهش گرد و غبار ایجاد شده در اثر کار نیز انجام می‌گیرد. معمولاً سرعت مناسب هوا برای کاهش گرد و غبار در معدن بین ۵/۰ تا ۲متر بر ثانیه است. اگر سرعت هوا خیلی زیاد باشد، نه تنها گرد و غبار کاهش نمی‌یابد، بلکه احتمال افزایش آن نیز وجود دارد. به هر حال حداقل و حداکثر سرعت هوا برای کاهش گرد و غبار با توجه به ترکیب و خصوصیات گرد و غبار تعیین می‌گردد شکل (۴۵-۲).



شکل ۴۵-۲- رابطه‌ی بین سرعت هوا و تراکم گرد و غبار هوا برد

محور x: سرعت هوا (فوت^۱ بر دقیقه ضرب در ۱۰۰)

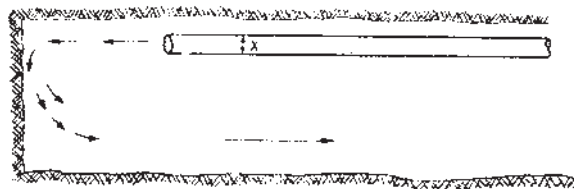
محور y: تراکم گرد و غبار هوا برد (تعداد ذرات از ۵-۱ میکرون در سانتی متر مکعب ضرب در ۱۰۰)

۱- یک فوت برابر با ۰/۳۰۴۸ متر است.

روش‌های مختلف تهویه

هوای مورد نیاز کارگاه‌های استخراجی و تونل‌های در حال پیش‌روی را می‌توان به دو روش اصلی تأمین نمود که این روش‌ها عبارت‌اند از: مکشی، دهشی و ترکیبی. در روش دهشی مستقیماً هوای تازه از طریق لوله به کارگاه و تونل روانه می‌شود. در روش مکشی، هوای سینه‌ی کارها توسط ونتیلاتورهایی که در دهانه‌ی خروجی هوا قرار دارند، مکیده می‌شود. هر یک از این روش‌ها با توجه به شرایط و موقعیت موجود در معدن، تعیین شده و از آن‌ها استفاده می‌گردد. شرایط حاکم بر کاربرد این روش‌ها، به شرح زیر است.

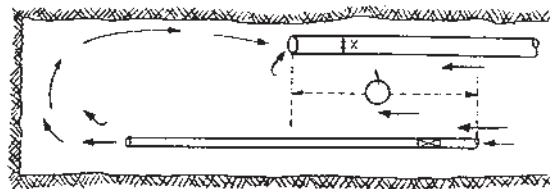
روش دهشی: در این روش، جریان هوای تازه که از دهانه‌ی ورودی معدن وارد شده، موجب جدا شدن و رقیق شدن گرد و غبار و گازهای خطرناک می‌شود. روش دهشی تنها نیاز به یک ونتیلاتور و لوله‌ی هوا دارد. مهم‌ترین اشکال تهویه‌ی دهشی، حرکت و خروج یک پارچه‌ی گرد و غبار و دود ناشی



الف



ب



ج

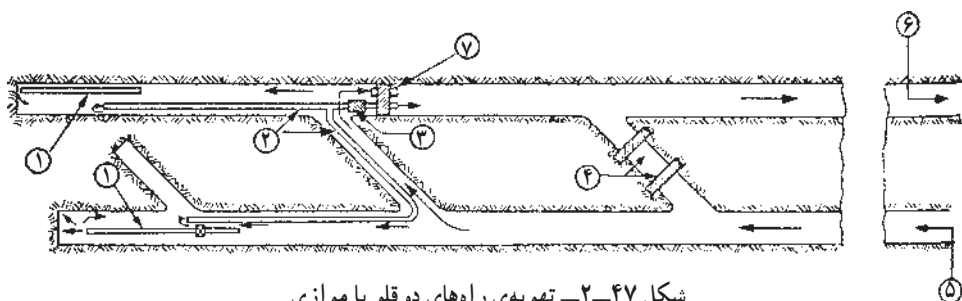
شکل ۴۶-۲ تهویه‌ی تونل‌های در حال پیش‌روی

- الف - روش دهشی: هوای تازه مستقیماً به سینه‌ی کار در حال پیش‌روی ارسال می‌شود.
- ب - روش مکشی: به اشکالات ناشی از نگه‌داشتن لوله‌ی تهویه، نزدیک سینه‌ی کار توجه گردد.
- ج - روش مکشی با اورلاپ. فاصله (۱) نباید کم‌تر از ۳۰ فوت (۱۰ متر) باشد.

از آتش‌باری در تمام طول تونل است و در این صورت برای تهویه، باید کلیه‌ی پرسنل را از محل دور کرد. به همین علت این روش زمانی که نیاز به تونل‌سازی سریع باشد، عملی نیست (شکل (الف-۴۶-۲)).

روش مکشی: یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای کاهش گرد و غبار معدن، تهویه‌ی مکشی است. همان‌طور که گفته شد، ونتیلاتور اصلی برای تهویه، در دهانه‌ی خروجی معدن قرار می‌گیرد (شکل (ب-۴۶-۲)). در این حالت، لوله‌ی مکش هوا در نزدیکی سینه‌ی کار قرار گرفته، گرد و غبار و گازهای موجود در سینه‌ی کار را به خارج هدایت می‌نماید. به علت محدودیت‌هایی که وجود دارد، لوله‌ی تهویه را نمی‌توان خیلی نزدیک به جبهه‌ی کار قرار داد. نزدیک‌ترین فاصله‌ی لوله‌ی تهویه بین ۱۲ تا ۱۵ متری سینه‌ی کار است. به همین علت، در این فاصله فضای راکدی بین انتهای لوله‌ی تهویه و سینه‌ی کار استخراجی به وجود می‌آید که تمرکز گرد و غبار در آن فوق‌العاده زیاد خواهد شد. برای حل این مشکل، به وسیله‌ی یک ونتیلاتور دهشی و یک لوله‌ی کوتاه دیگر، هوای تازه را به سینه‌ی کار انتقال می‌دهند. در اثر این کار، گرد و غبار متراکم شده، به دهانه‌ی ورودی لوله‌ی مکش وارد می‌شود. این روش به نام «اورلاپ»^۱ معروف است (شکل (ج-۴۶-۲)).

روش ترکیبی: در بسیاری از موارد برای تهویه‌ی یک منطقه‌ی معدنی، می‌توان از روش دهشی و مکشی به صورت مختلط استفاده کرد. به کارگیری هم‌زمان روش مکشی و دهشی امکان تنظیم خروجی هوا را به ترتیبی که تونل پیش‌رفت می‌نماید، می‌دهد. هم‌چنین، به منظور خارج کردن گرد و غبار ناشی از آتش‌باری، می‌توان از سرعت ماکزیم استفاده نمود و پس از آن سرعت را کاهش داد. در این صورت برای صاف کردن هوای محوطه‌ی بین نقطه‌ی انتهایی لوله‌ی مکش تا سینه‌ی کار، به کارگیری یک لوله‌ی کمکی (که با هوای فشرده کار می‌کند) ضروری است (شکل (۴۷-۲)).



شکل ۴۷-۲- تهویه‌ی راه‌های دوقلو یا موازی

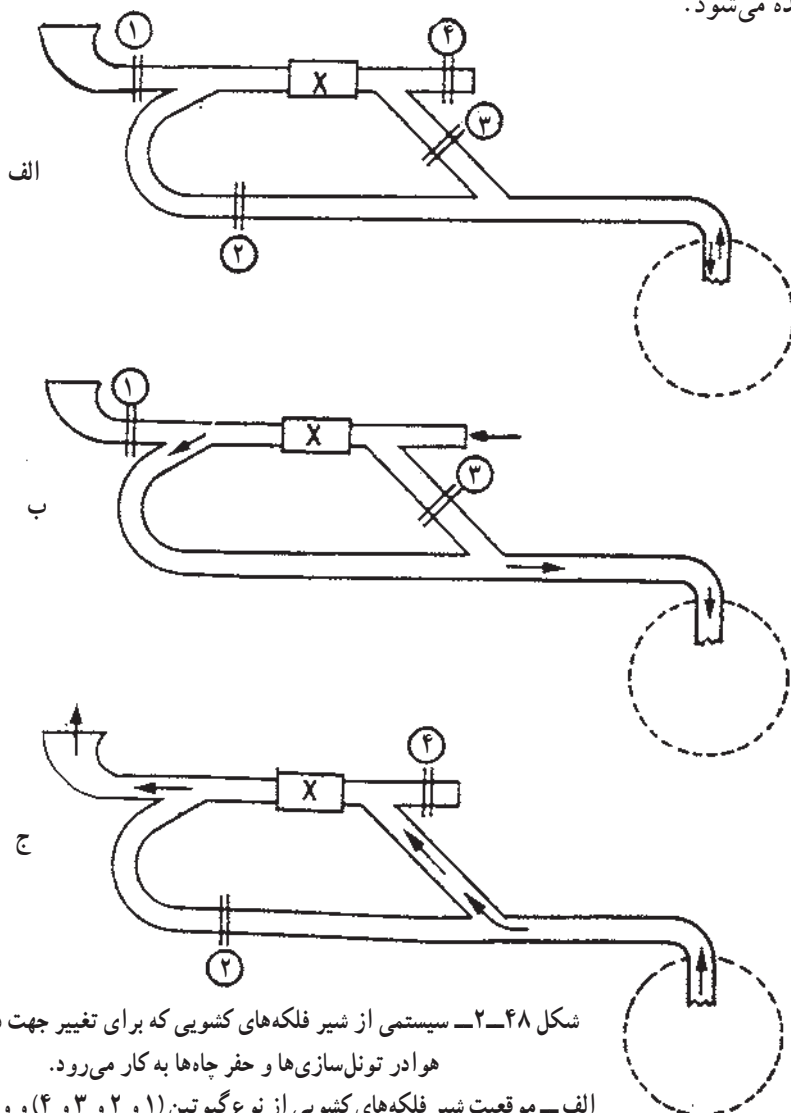
- ۱- لوله‌ی اورلاپ با ونتیلاتور. ۲- لوله‌های تهویه‌ی مکشی. ۳- ونتیلاتور یا رگولاتور برای کنترل جریان اصلی.
- ۴- مانع غیرقابل نفوذ هوا در قسمت‌های ارتباطی پیشین دو راه موازی. ۵- راه ورود هوا. ۶- راه خروج اصلی هوا. ۷- ونتیلاتور برای مکش.

۱- Overlap

توجه به این نکته ضروری است که در مواقع خطر، برای جلوگیری از قرار گرفتن کارگران در معرض گرد و غباری که از لوله به داخل تونل دمیده می‌شود، باید احتیاط‌های لازم را (در لحظه‌ای که ونتیلاتور از حالت مکش به حالت دهش تغییر وضع می‌دهد) به عمل آورد.

در شکل (۲-۴۸) نوعی از تغییر جهت هوا با استفاده از یک ونتیلاتور و شیر فلکه‌های کشویی

مشاهده می‌شود.



شکل ۲-۴۸- سیستمی از شیر فلکه‌های کشویی که برای تغییر جهت دادن جریان

هوا در تونل‌سازی‌ها و حفر چاه‌ها به کار می‌رود.

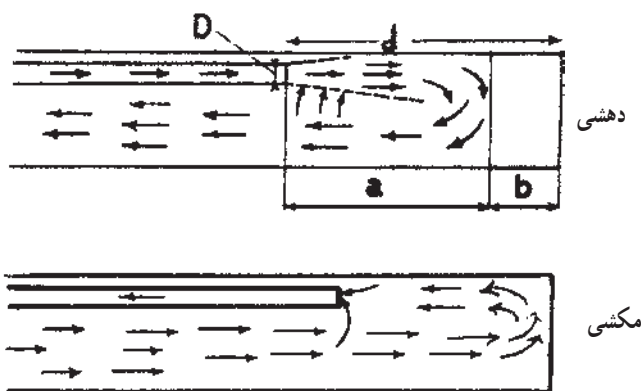
الف- موقعیت شیر فلکه‌های کشویی از نوع گیوتین (۱ و ۲ و ۳ و ۴) و ونتیلاتور (X)

ب- آرایش سیستم دهشی: ۱ و ۳ بسته؛ ۲ و ۴ باز.

ج- آرایش سیستم مکشی: ۲ و ۴ بسته؛ ۱ و ۳ باز.

تهویه‌ی فرعی یا کمکی

در هر معدنی، نقاطی می‌توان یافت که به جریان اصلی هوا ارتباط ندارد. از جمله‌ی این نقاط، گالری‌های تراز در سنگ و گالری‌های تراز در لایه و انواع پیش‌روی‌ها و یا بن‌بست‌ها هستند. هم‌چنین نقاطی از جبهه‌های کار که جریان هوا برای راندن گرد و غبار و یا تأمین شرایط سالم کار، کافی نیست، وجود دارند که برای تأمین تهویه‌ی مناسب چنین نقاطی، از ونتیلاتورهای کوچک، همراه با لوله‌های تهویه و یا پرده‌ها استفاده می‌شود. این سیستم‌ها تهویه‌ی فرعی نامیده می‌شوند. در ابتدای حفاری تونل‌های معدن که هنوز تأسیسات هوارسانی اصلی تعبیه نشده‌اند، این روش هوارسانی منحصر به فرد است در معادن کوچک نیز پس از پایان عملیات مقدماتی معدن، از این روش هوارسانی استفاده می‌کنند. در روش تهویه‌ی فرعی باید مراحل مختلف تهویه‌ی اصلی را انجام داد؛ بنابراین پس از محاسبات تعیین گذر هوای لازم، لوله‌ی تهویه‌ی مناسب را انتخاب و آن را در محل نصب می‌کنند.



شکل ۴۹-۲- تهویه‌ی فرعی یا کمکی

تهویه‌ی فرعی به دو طریق دهشی و مکشی انجام می‌شود (شکل ۴۹-۲). در روش مکشی برای راندمان بهتر، از روش مکشی با اورلاپ نیز استفاده می‌شود.

هوارسانی حلقوی

هرگاه محل‌های ورود و خروج هوا نزدیک به هم باشند و هوا ابتدا از آن‌ها دور و سپس برای بازگشت به آن‌ها نزدیک شود، هوارسانی «حلقوی» نامیده می‌شود.

هوارسانی قطری

اگر محل‌های ورود و خروج هوا با یک دیگر فاصله‌ی زیادی داشته باشند، نوع هوارسانی «قطری» است.

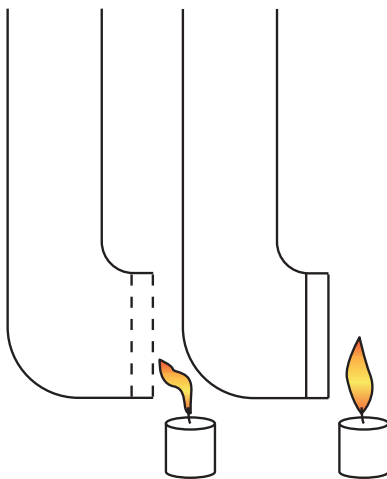
هوارسانی صعودی و نزولی

در طریقه‌ی تهویه‌ی صعودی، ابتدا هوای سالم را وارد چاه عمیق‌تر می‌کنند و هوا از آن‌جا به بعد، در همه‌جا سیر صعودی کرده، به چاه خروج هوا که عمق کم‌تری دارد، منتهی می‌شود. در طریقه‌ی تهویه‌ی نزولی، جهت جریان هوا از بالا به طرف پایین است و از چاه عمیق‌تر خارج می‌شود. با توجه به سبکی گازمتان، تهویه‌ی صعودی در معادن دارای این گاز اجباری است و فقط تونل‌های تا شیب ده درصد را در این مورد مثل تونل افقی در نظر می‌گیرند.

تهویه‌ی صعودی متداول‌تر است اما اگر معدن فاقد گازمتان باشد، می‌توان در مواردی تهویه‌ی نزولی به کار برد. بدیهی است اگر بخواهند چاه عمیق‌تر آزاد باشد، تهویه باید دهشی باشد. طریقه‌ی نزولی برصعودی دارای این مزیت است که چون هوا را از بالای کارگاه وارد می‌کنند، با محصول کارگاه که از قسمت تونل پایین خارج می‌شود، در تماس نیست؛ لذا پاکیزه‌تر و خنک‌تر باقی می‌ماند.

تهویه‌ی طبیعی

همان‌طوری که می‌دانید، هوا در شرایط معمولی تحت تأثیر اختلاف فشار آن در نقاط مختلف،



جابه‌جا می‌شود. این اختلاف فشار تحت شرایط مختلفی به وجود می‌آید. به عنوان مثال، اختلاف ارتفاع، خود یکی از عوامل به وجود آورنده‌ی اختلاف فشار است. دودکش بخاری در شرایطی که حتی بخاری خاموش باشد، یک جریان ملایم هوا را از پایین به بالا هدایت می‌کند. چنان‌چه یک شعله‌ی شمع را به دهانه‌ی دودکش نزدیک کنیم این موضوع را با جهت خم شدن شعله، متوجه می‌شویم. اختلاف حرارت نیز خود سبب جابه‌جا شدن هوا می‌شود. در شکل (۵۰-۲) اختلاف ارتفاع و

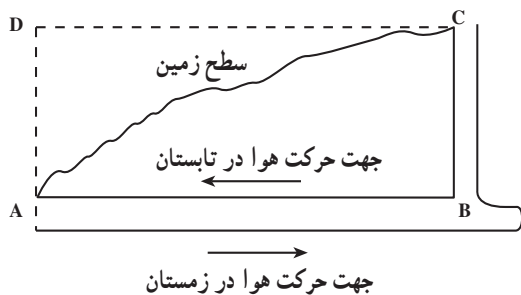
شکل ۵۰-۲ اثر اختلاف ارتفاع و حرکت هوا در دودکش دریچه‌ی بسته دریچه‌ی باز

اختلاف حرارت توأمأ در جریان هوا در لوله اثر می‌گذارند.
 این مثال را نیز قبلاً شنیده‌اید که درب اطاق را باز می‌کنیم، در شرایطی که هوا ساکن باشد، از قسمت بالای درب هوای گرم خارج می‌شود و از قسمت پایین، هوای سرد وارد اطاق می‌شود. این موضوع را می‌توانید به وسیله‌ی یک شعله‌ی شمع آزمایش کنید شکل (۵۱-۲). نظیر آن چه را که در بالا گفته شد، در مورد معادن زیرزمینی کوچک نیز می‌توان بیان داشت.
 هرگاه دو انتهای تونلی دارای اختلاف ارتفاع باشند و به هوای آزاد راه داشته باشند، در شرایط طبیعی هوا در جهت حرکت از نقطه‌ی پرفشار به نقطه‌ی کم فشار جریان پیدا می‌کند.



شکل ۵۱-۲- جابه‌جایی هوا

از آن جایی که وزن مخصوص هوای بیرون معدن در زمستان به علت سرمای محیط، بیش‌تر از هوای گرم است؛ لذا مطابق آن چه که در شکل مشاهده می‌شود، به علت سنگین‌تر بودن، فشار ستون هوای AD، هوای بیرون از فشار ستون BC، از هوای داخل معدن که گرم‌تر از بیرون معدن است



شکل ۵۲-۲- تهویه طبیعی

بیش‌تر است؛ لذا هوا از دهانه‌ی تونل وارد و سپس از چاه به بیرون معدن جریان می‌یابد. این موضوع و جهت عبور جریان هوا در تابستان به علت سبکی هوای بیرون معدن، در مقایسه با داخل معدن، برعکس می‌باشد شکل (۵۲-۲).

در فصول بهار و پاییز که درجه‌ی حرارت هوای بیرون و داخل معدن تقریباً برابر است در معدن کم عمق تهویه‌ی طبیعی انجام نمی‌شود و هوا بی حرکت می‌ماند. در معدن عمیق به علت دمای بالای درون معدن در تمام فصول سال تهویه‌ی طبیعی وجود دارد.

هوارسانی در معادن روباز

تا همین اواخر متخصصین تهویه، عقیده داشتند که در معادن روباز، جریان طبیعی هوا برای تنفس کارگران و رفع آلودگی کارگاه، کفایت می‌کند و هیچ نیازی به ادوات و دستگاه‌های مخصوص برای بهبود کیفیت هوا نیست. لیکن به علت تغییرات عمده در استخراج معدن روباز، مثل عمیق تر شدن سطح کارگاه‌های استخراج، آتش کاری‌ها، حفاری‌ها، استفاده از تعداد زیادی کامیون و ماشین‌آلات دارای موتورهای درونسوز در معدن، به خصوص انواع دیزلی آن‌ها و نیز گازهای حاصل از سوختن زغال از یک طرف و انجام آزمایش‌های علمی متعدد، بر روی هوای معادن روباز از طرف دیگر، خلاف نظر فوق را ثابت می‌کند و لزوم توجه به مسئله‌ی هوای معادن روباز را مورد تأکید قرار می‌دهد مخصوصاً این که معدن زیادی به طریق روباز استخراج می‌شوند؛ مثلاً در حال حاضر، در کشور روسیه بیش از ۵۰ درصد کانی‌های مفید معدنی به شکل روباز استخراج می‌گردند.

آلودگی هوای معادن روباز و منابع آن

با اطمینان قاطع می‌توان اظهار داشت هوایی که به اصطلاح وارد معدن روباز می‌شود، کاملاً تازه و پاک است ولی همین هوا، به علت تقلیل عیار اکسیژن و افزایش درصد گازهای سمی و گرد و غبار، متحمل تغییراتی می‌گردد. به این دلیل باید تدابیری اتخاذ شود تا هوا از نظر کیفیت و هم از نظر کمیت، با استانداردهای بهداشتی و حفاظتی مطابقت داشته باشد. به طور کلی عمده‌ترین منابع آلودگی هوای معادن روباز را می‌توان در موارد زیر جستجو کرد:

۱- آلودگی هوا در اثر انجام عملیات حفاری و آتش کاری؛ شکل (۵۴-۲)

۲- استفاده از کامیون‌ها و ماشین‌آلات دیزلی؛

۳- وقوع حریق به ویژه در معادن زغال سنگ و پیریت؛

۴- گازهایی که در جریان گودبرداری ذخایر معدنی، به طور طبیعی متصاعد می‌شوند؛

۵- تصاعد گاز از آب‌هایی که از لایه‌های آب‌دار خارج می‌شود.

آلودگی هوا از نظر چگونگی پخش گازهای زیان آور در اتمسفر معادن روباز ممکن است

موضعی یا عمومی باشد؛ مثلاً فعالیت کامیون‌های معدنی معمولاً به آلودگی موضعی هوای اطراف ماشین منجر می‌گردد ولی هنگامی که تعداد زیادی ماشین در یک جا جمع شوند و هوا کاملاً ساکن باشد، آلودگی عمومی پدیدار خواهد شد. گازها غالباً در نواحی مشخصی از معدن روباز باعث آلودگی هوا می‌شوند که می‌توان با هوارسانی کافی، اتمسفر کارگاه را از وجود گازها و مواد زیان‌آور پاک کرد.

بهترین راه رساندن هوای تازه به کارگاه‌های معادن روباز، بهره‌گیری از تهویه طبیعی، یعنی جریان عادی و تبادل هوا در اتمسفر معدن است. این امر با استفاده از بادهای منظم همیشگی شکل (۵۴-۲) و یا اختلاف درجه‌ی حرارت بین لایه‌های مختلف هوا (لایه‌بندی حرارتی) صورت می‌گیرد. شکل (۵۳-۲)، که در زیر به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

شکل‌های مختلف هوارسانی طبیعی در معادن روباز

به‌طور کلی از بین شکل‌های مختلف هوارسانی طبیعی، می‌توان چهار نمونه‌ی زیر را از یک‌دیگر متمایز ساخت :

الف : هوارسانی طبیعی با توجه به اختلاف درجه‌ی حرارت (لایه‌بندی حرارتی) :

۱- جریان «کنوکسیون» یا جابه‌جایی ؛

۲- جریان «انورسیون» یا معکوس.

ب : هوارسانی به کمک نیروی باد ؛

۳- جریان هوای ملایم عادی (یک سره) ؛

۴- جریان هوای دوآر (برگشتی).

عمل هوارسانی به‌طور عمده به‌وسیله‌ی نیروی باد انجام می‌شود. هرگاه سرعت باد بیش از یک متر در ثانیه باشد، عامل حرارتی تأثیر چندانی روی جریان‌های هوایی داخل معدن روباز نخواهد گذاشت. در خلال روزهای آرام و بدون باد، یا هنگامی که سرعت باد از یک متر در ثانیه تجاوز نمی‌کند، کف پله‌ها و دیواره‌های معدن تحت تأثیر تشعشعات خورشیدی گرم می‌شوند؛ در نتیجه جریان‌های فوقانی هوا در امتداد ارتفاع دیواره‌ها به حرکت درمی‌آید و هوارسانی به‌طریقه‌ی کنوکسیون انجام می‌گیرد، روش جابه‌جایی دارای تأثیر اندکی است و در سرعت‌های بیش از $1/5$ - ۱ متر در ثانیه انجام نمی‌شود شکل (۵۳-۲).



شکل ۵۳-۲ جریان کنوکسیون یا جابه‌جایی در یک معدن روباز

نمونه‌ی دیگر هوارسانی که با توجه به اختلاف درجه‌ی حرارت صورت می‌گیرد، موجب جریان‌های هوایی «انورسیون» می‌شود و به علت این که جریان پایینی هوا با خنک شدن هوای نزدیک دیواره‌های معدن به آرامی و سرعت کم به حرکت در می‌آید و گازهای سمی طبقات بالاتر را به دیواره‌ها و اتمسفر پایین معدن هدایت می‌کند، چندان مطلوب و مؤثر نیست و باعث می‌شود تا آلودگی هوا در قسمت پایین معدن جمع شود.



شکل ۵۴-۲ اثر باد در حرکت دادن افقی آلودگی‌های ناشی از آتش‌کاری

هنگامی که باد در حال وزیدن است، دو منطقه از جریان‌های هوایی در امتداد سطح دیواره‌های معدن به وجود می‌آید که یکی منطقه‌ی جریان‌های موافق و دیگری منطقه‌ی جریان‌های مخالف نام دارد. حرکت جریان هوا در منطقه‌ی جریان‌های موافق، هم سوی جهت باد صورت می‌گیرد، ولی حرکت هوا در منطقه‌ی جریان‌های مخالف، در سمت خلاف باد انجام می‌شود.

دو ناحیه‌ی مذکور، نه تنها از نظر جهت حرکت با یک‌دیگر تفاوت دارند، بلکه سرعت هوا هم در آن‌ها یکسان نیست، به‌طوری که سرعت جریان هوا در منطقه‌ی جریان‌های موافق تقریباً دو برابر منطقه‌ی دیگر است. نامساعدترین شرایط تبادل هوا در داخل منطقه‌ی جریان‌های مخالف ایجاد می‌گردد. در این منطقه، مواردی از آلودگی شدید هوا مشاهده شده که کاملاً صحت دارد. در معادنی که دیواره‌ها پرشیب نباشند، منطقه‌ی جریان‌های مخالف، می‌تواند به حداقل ممکن برسد و یا حتی از بین برود که در این صورت، تنها یک ناحیه‌ی جریان هوایی باقی می‌ماند و آن هم منطقه‌ی جریان‌های موافق است. مناسب‌ترین وضعیت برای مبادله‌ی هوا در معدن روباز و شرایط حاصل از یک سوشدن جریان هواست؛ بنابراین تا آن جایی که به امر هوارسانی معادن روباز مربوط می‌شود، ساختن دیواره‌های پرشیب، نامطلوب است و در هنگام طراحی برنامه‌ی استخراج معدن، باید این مسئله مورد توجه قرار گیرد شکل (۲-۵۵).



شکل ۲-۵۵- اثر جریان‌های مخالف در دیواره‌های پرشیب و آلودگی اتمسفر معدن

لازم به یادآوری است که منطقه‌ی جریان‌های مخالف با افزایش عمق، می‌تواند تا $\frac{1}{4}$ حجم معدن را اشغال کند.

مبارزه با آلودگی هوا در معادن روباز

برای این که کارگران معدن روباز در محیط کار خود از هوای تازه و سالمی بهره‌مند باشند و ناپاکی هوا در تندرستی و کارایی آن‌ها خللی وارد نکند، اقداماتی به شرح زیر باید انجام شود :

۱- چون در اثر وقوع آتش‌کاری و آتش‌سوزی، مقدار زیادی گازهای سمی تولید می‌شود، از این جهت برای مبارزه با حریق و اطفای کامل آن، لازم است ریزش هرگونه آب‌گازدار که از لایه‌های نمایان شده خارج می‌شود، تحت کنترل قرار گیرد ؛

۲- ماشین‌آلات و دستگاه‌هایی که فرسوده شده و مورد بازسازی قرار گرفته‌اند، با انواع جدیدی که آلودگی کم‌تری در اتمسفر معدن تولید می‌کنند تعویض شوند ؛

۳- جلوگیری از تصاعد گازهای زیان‌آور و برخاستن گردوغبار به منظور برطرف کردن و یا به حداقل رساندن مقدار آن‌ها در هوا، مانند استفاده از وسایل خنثی‌کننده‌ی گازهای خروجی از لوله‌ی کامیون‌های خاک‌کش دیزلی ؛

۴- بهره‌گرفتن از هوارسانی طبیعی و وفق دادن معدن با استفاده از مساعدترین شکل تهویه‌ی طبیعی تا سرحد امکان و برداشتن موانع طبیعی و مصنوعی در جهت حرکت هوا از بیرون معدن به داخل معدن ؛

۵- نصب و راه‌اندازی تجهیزات لازم به منظور تهویه‌ی مصنوعی در نقاط معینی از معدن که در آن‌جاها امکان ایجاد مناطق هوای ساکن یا برقراری جریان هوای مدار بسته وجود دارد ؛

۶- ساختن اتاقک‌های ایزوله و بدون منفذ برای متصدیان ماشین‌آلات حفاری، کامیون‌های معدنی، ماشین‌آلات سنگین و غیره و مجهز کردن آن‌ها به وسایل تهویه‌ی مطبوع، به‌طوری که افراد مذکور را از شرایط نامساعد اتمسفر معدن محفوظ دارد ؛

۷- استفاده از وسایل حفاظت انفرادی در برابر گازهای سمی به عنوان آخرین اقدام بهداشتی ممکن.

خودآزمایی

- ۱- مشخصه‌های فیزیکی هوای معدن را نام برده، در مورد هر یک مختصراً توضیح دهید؟
- ۲- دیواره‌های سنگی تونل‌ها و چاه‌ها چه تأثیری در دمای هوای معدن دارند؟
- ۳- منظور از رطوبت مطلق و نسبی چیست؟
- ۴- منحنی سرعت هوا در تونل‌ها به چه صورت است؟ علت آن چیست؟
- ۵- اندازه‌گیری فشار هوای معدن، با چه وسایلی امکان‌پذیر است؟
- ۶- برای تعیین سطح مقطع تونل، چه روش‌هایی وجود دارد؟ دو روش را ذکر کنید؟
- ۷- نحوه‌ی نصب ونتیلاتور در معدن چگونه است؟
- ۸- انواع اتصالات در لوله‌های تهویه را نام ببرید؟
- ۹- روش‌های مختلف تهویه در معادن زیرزمینی را نام برده، در مورد هر یک مختصراً توضیح

دهید؟

- ۱۰- علت استفاده از ونتیلاتورهای فرعی چیست؟
- ۱۱- تهویه‌ی طبیعی در معادن زیرزمینی را به چه صورت می‌توان انجام داد؟
- ۱۲- عمده‌ترین منابع آلوده‌کننده‌ی معادن روباز چیست؟
- ۱۳- تهویه‌ی طبیعی در معادن روباز به چند روش صورت می‌پذیرد؟

گاززدایی از معدن



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند :

۱- مقدمه‌ای در مورد گاززدایی در معدن بیان کند ؛

۲- چگونگی گاززدایی از معدن را شرح دهد ؛

۳- مزایای عملیات گاززدایی از معدن را بیان کند ؛

۴- مناطق قابل گاززدایی را شرح دهد ؛

۵- روش‌های گاززدایی از معدن را تشریح کند.

گاززدایی از معدن

آشنایی

نظر به این که همه روزه مقادیر زیادی گاز متان در معادن زیرزمینی زغال سنگ متصاعد می شود و عمل رقیق سازی و خارج ساختن گاز مذکور از طریق تهویه، مستلزم هزینه ی هنگفتی است؛ لذا برای تقلیل میزان انتشار گاز و تأمین حفاظت بیش تر، از تکنیک خاصی موسوم به گاززدایی استفاده می شود.

برای انتقال گاز متان از رگه ی زغال سنگ به خارج معدن، از طریق گاززدایی، ممکن است به شیوه های گوناگونی عمل شود مثلاً می توان با حفر گمانه هایی در سقف کارگاه و نزدیک به سینه ی کار و قراردادن لوله ی جداری در داخل آن ها و اتصال لوله ها، عمل گاززدایی به لوله ی سرتاسری انتقال گاز متان به خارج معدن را انجام داد.

نظر به این که در مسیر عبور گاز در لوله ها کماکان مقاومت هایی وجود دارد و از طرف دیگر، فشار گاز مرتباً افت پیدا می کند؛ لذا نیروی محرکه ی گاز برای خروج آن از لوله ها کافی نیست. از این رو از یک مکنده استفاده می شود که با ایجاد مکش در لوله ها، موجبات خروج و انتقال گاز را به بیرون معدن فراهم می آورد. محل نصب مکنده ها معمولاً در سطح زمین است. در تلمبه خانه ی مربوطه، مقررات ایمنی شدیدی باید به مورد اجرا گذاشته شود و وسایل موجود در آن از انواع ضد اشتعال انتخاب گردد.

چگونگی گاززدایی از معدن

غلظت گاز متان انتقال یافته به سطح زمین، به کیپ بودن لوله ها در محل سیمان کاری شده ی گمانه، طول گمانه و عدم وجود منفذ در لوله ها بستگی دارد. در صورت رعایت نکات مذکور، می توان به غلظت ۸۰ درصد و حتی بیش تر از این دست یافت؛ ولی چنانچه هوا به نحوی از درزها و منافذ به داخل لوله راه پیدا کند، غلظت گاز ۳۰-۲۵ درصد کاهش می یابد و مقدار جریان گاز در لوله نیز، در حد وسیعی تغییر پیدا می کند.

دوره ی عمل کرد هر گمانه معمولاً از ۱۰-۶ ماه تجاوز نمی کند، ولی مواردی مشاهده شده که گمانه ای به مدت یک سال و حتی بیش تر، فعالیت داشته است.

تخلیه ی گاز متان موجود در قسمت های متروکه ی معدن، نوع دیگری از گاززدایی است که با کار گذاشتن لوله هایی در ناحیه ی متروکه و اتصال آن ها به شاه لوله ی سرتاسری در گالری برگشت هوا،

صورت می‌گیرد. در این‌جا لازم است که با ایجاد جداره‌های غیر قابل نفوذ، فضای ناحیه‌ی متروک را مجزا نمود و سپس عملیات گاززدایی را انجام داد. با حفر گمانه‌هایی از سطح زمین، می‌توان گازی را که در قسمت‌های تخریب شده و نشست کرده، متراکم شده است، به خارج معدن انتقال داد. عمل گاززدایی، انتشار گاز را در نواحی و به‌طور کلی در معادن تقلیل می‌دهد؛ به‌طوری‌که در شرایط مطلوب، میزان تصاعد در نواحی ۶۰-۷۵ درصد و حتی بیش‌تر و در معدن ۳۰-۴۵ درصد تنزل می‌یابد. حداقل انتشار گازی که به موجب آن، شروع عملیات گاززدایی ضروری به‌نظر می‌رسد، به عوامل فنی و اقتصادی متعددی از قبیل هزینه‌ی مربوط به گاززدایی، حفر گالری، نیروی مصرفی و غیره بستگی دارد. در این‌جا لازم به‌تذکر است که برخی از معادن گازدار را بدون کاربرد روش گاززدایی، هرگز نمی‌توان استخراج کرد.

در حال حاضر هرگاه انتشار گاز از ۲۵-۲۰ متر مکعب در تن، بیش‌تر شود، زمان را برای شروع عمل گاززدایی مقتضی تشخیص می‌دهند.

مزایای عملیات گاززدایی از معدن

به‌طور کلی عملیات گاززدایی دارای مزایایی به شرح زیر است :

- ۱- کاهش مقدار تصاعد گاز متان به داخل معدن که بازده و ایمنی کارگاه‌ها را به نحو چشم‌گیری بالا می‌برد؛
- ۲- می‌توان سطح مقطع عرضی گالری‌های عبور هوا را کم کرد و به‌طول جبهه‌ی کارها افزود و تمام طول جبهه‌ی کار را، استخراج کرد؛
- ۳- افزایش محصول زغال‌سنگ و سرعت پیش‌روی جبهه‌های زغال به علت عدم اتلاف وقت و انرژی روی تهویه‌ی گازهای اضافی هوای معدن؛
- ۴- رفع محدودیت استفاده از ماشین‌آلات الکتریکی، به علت وجود نداشتن مقدار زیاد گاز متان؛
- ۵- استفاده از مقدار زیادی گاز متان که دارای ارزش حرارتی زیاد است، در زمینه‌ی سوخت، روشنایی و نیز شیمیایی و تهیه‌ی یئدروژن؛
- ۶- صرفه‌جویی در هزینه‌های مربوط به نیرو و حفر گالری و غیره.

مناطق قابل گاززدایی

عملیات گاززدایی را به‌طور کلی در قسمت‌های زیر انجام می‌دهند :

الف - رگه‌ی در حال استخراج ؛

ب - رگه‌های قابل استخراج و غیرقابل استخراج مجاور ؛

ج - نواحی متروک.

جلوگیری از اشتعال متان در انبارهای زغال‌سنگ واقع در سطح معدن

انتشار گاز متان از زغال‌سنگ، استخراجی است که برای مدت نسبتاً زیادی، ادامه می‌یابد و حتی موقعی که به سطح زمین انتقال می‌یابد، باز هم از آن، گاز متصاعد می‌شود. به علت شدت زیاد انتشار گاز زغال در بونکرها یا سایر فضاهای سرپوشیده‌ای که در آن‌ها زغال‌سنگ انبار می‌گردد، اشتعال‌های ناگهانی و حتی انفجار «گریزو» به وقوع می‌پیوندد ؛ لذا به منظور جلوگیری از اشتعال گاز متان، محل انبارهای زغال، باید به خوبی تهویه شود و ورود به آن‌ها فقط با چراغ‌های اطمینان مجاز باشد.

روش‌های گاززدایی از معدن

عمده‌ترین روش‌های گاززدایی به شرح زیر می‌باشد.

طریقه‌ی گاززدایی به وسیله‌ی گمانه: در گالری واقع در بالای کارگاه استخراج و تا ممکن است نزدیک به جبهه‌ی کار، گمانه‌هایی به قطر ۶۵ میلی‌متر و به طول ۳۰ تا ۸۰ متر حفر می‌کنند و قطر ابتدای گمانه ۱۱۰ میلی‌متر است. گمانه در سطح قائم عمود بر امتداد کارگاه واقع می‌شود و با خط عمود بر سطح لایه، زاویه‌ی ۳۰ درجه می‌سازد.

فاصله‌ی گمانه‌ها از یک‌دیگر ۲۰ تا ۳۰ متر است. گمانه را باید نزدیک به جبهه‌ی کار حفر کنند به طوری که هنگام حفر در زمین‌های منبسط شده که تولید مقدار زیادی گاز متان می‌کند واقع نشود. برای حفر گمانه‌ها، معمولاً ماشین یر فراتریس را به کار می‌برند. در گمانه‌ی مذکور، یک لوله که قطر داخلی آن ۸۰ میلی‌متر است با سیمان کار می‌گذارند و آن را به لوله‌ی سراسری به قطر ۱۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر مربوط می‌کنند. معمولاً عملیات حفر گمانه لوله‌گذاری و اتصال آن به لوله‌ی سراسری، به وسیله‌ی دو نفر کارگر در مدت ۲ تا ۳ روز قابل انجام است. از گمانه‌ی آماده به کار، در چند روز اول، مقدار کمی گاز متان خارج می‌شود ؛ ولی به تدریج، بر مقدار آن اضافه شده، به حداکثر می‌رسد که از ۳ تا ۶ ماه ادامه دارد و سپس تقریباً به صفر می‌رسد. پس همیشه تعداد حدود ۳ تا ۶ گمانه، در حال بهره‌برداری است و اگر گمانه‌ی جدیدی وارد گروه شود، یک گمانه را که محصول نمی‌دهد، از مدار خارج می‌کنند. گذر گاز متان در هر گمانه، ممکن است به یک متر مکعب در ثانیه برسد، از هر

گمانه جمعاً ۱۰۰,۰۰۰ مترمکعب گاز استخراج می کنند. از آن جایی که فشار گاز متان برای خارج کردن آن از معدن کافی نیست، در انتهای لوله‌ی سراسری که به خارج معدن می‌رسد، یک تلمبه‌ی حجمی قرار می‌دهند که موسوم به مکنده است این تلمبه دارای دو چرخ بیضی شکل است که در هر گردش، حجم ثابتی از گاز را حرکت می‌دهد. اگر مقدار گاز تولید شده کم‌تر از حجم مناسب باشد، شیر فلکه‌ی مخصوصی را باز می‌کنند که گاز را مجدداً به جلوی تلمبه برگرداند. برای حفظ ایمنی انتهای لوله، باید دارای یک شعله‌گیر باشد که از صفحه‌های سوراخ‌داری ساخته شده، مانع از عبور شعله به داخل لوله می‌شود. در لوله‌ای که به گمانه‌ها مربوط می‌شود دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین گذر و عیار گاز متان و درجه‌ی حرارت، نصب می‌کنند.

طریقه‌ی گاززدایی به وسیله‌ی راه‌رو: هرگاه سقف لایه، سخت و حفر گمانه در آن مشکل باشد و گران تمام شود و یا اگر طریقه‌ی استخراج «پس‌رو» اجرا شود روش گاززدایی با گمانه امکان ندارد؛ لذا به فاصله‌ی ۲۰ تا ۳۰ متر بالای سقف لایه، یک گالری افقی در امتداد لایه، حفر کرده، انتهای آن را مسدود کرده، به لوله‌ی سراسری مربوط می‌کنند. این روش در معادن فرانسه به کار می‌رود. مثلاً در یکی از معادن این کشور مقدار گاز متان که در روز به دست آمده، گاهی از ۱۰۰,۰۰۰ مترمکعب تجاوز کرده است.

عوامل مؤثر در گاززدایی

۱- **اثر طول گمانه‌ها و یا اثر محل راه‌رو در گاززدایی:** اصولاً برای آن که مقدار بیش‌تری گاز متان متصاعد شود، باید قوه‌ی محرکه‌ی آن بیش‌تر و راه‌های خروج آن با مقاومت‌های کم‌تری روبه‌رو باشد. احداث گمانه و یا راه‌رویی که دارای مقاومت کم‌تری باشد، افت فشار گاز متان را کاهش می‌دهد و به علاوه چون در لوله‌ی سراسری گاززدایی نیز مکشی تولید می‌کند، سهولتی در متصاعد شدن گاز متان فراهم می‌شود.

محل راه‌رو گاززدایی از حیث فاصله‌ی عمودی آن با لایه و فاصله‌ای که با گالری فوقانی کارگاه دارد و یا محل انتهای گمانه‌ها (طریقه‌ی گاززدایی با گمانه)، در مقدار گاز متان بسیار مؤثر است. تجربه نشان می‌دهد که در هر مورد، باید مناسب‌ترین محل را انتخاب کنند و به‌طور متوسط فاصله‌ی عمودی راه‌روی گاززدایی، ۲۵ متر است و باید به گالری فوقانی لایه نزدیک باشد.

۲- **اثر فشار هوا:** تهویه‌ی مکشی در گاززدایی تأخیر به وجود می‌آورد و از این جهت، برای تسریع در خارج شدن گاز، باید در لوله‌ی سراسری مکشی ایجاد کنند. بنابراین تهویه‌ی دهشی در

معادن به عامل مکش در لوله‌های متان کمک می‌کند و بازده گاززدایی را زیاد می‌نماید.

۳- استخراج دو لایه: هرگاه بعد از استخراج یک لایه، شروع به استخراج لایه‌ی دیگری بنماید از لایه‌ی قبلی همچنان مقداری گاز متان تولید می‌شود.

۴- اثر گاززدایی در مقدار کل گاز متان: متان موجود در لایه‌ها در مدت کم و بیش طولانی خارج می‌شود که این خروج، تابع اوضاع عمومی معدن است و هرگاه سهولتی در تصاعد آن فراهم کنند، زودتر متصاعد می‌شود. طریقه‌ی گاززدایی، این سهولت را فراهم می‌کند؛ ولی سرعت در پیش‌رفت روزانه‌ی کارگاه‌ها، سبب تقلیل مقدار گاز متان در ازای هر تن استخراج می‌شود. برای مثال، در معدنی واقع در انگلستان، به تجربه، ثابت شد که اگر در یک نوبت کار استخراج را انجام دهند، مقدار ۶ متر مکعب گاز متان برای هر تن زغال متصاعد می‌شود و اگر در دو نوبت کار استخراج را انجام دهند، ۵/۳ متر مکعب می‌شود و برای سه نوبت کار، مقدار گاز متان در ازای هر تن زغال، به ۴/۲ متر مکعب کاهش می‌یابد.

به‌طور کلی عمل گاززدایی، از ۷۰ تا ۵۰ درصد از مقدار گاز متانی که در کارگاه ظاهر می‌شود، می‌کاهد.

خودآزمایی

- ۱- علت رقیق‌سازی و گاززدایی از معادن چیست؟
- ۲- نحوه‌ی گاززدایی به چه صورت است؟
- ۳- مزایای عملیات گاززدایی چیست؟
- ۴- در چه مناطقی عملیات گاززدایی را می‌توان انجام داد؟
- ۵- برای جلوگیری از اشتعال گاز متان در انبارهای زغال واقع در سطح زمین چه کار باید کرد؟
- ۶- در روش گاززدایی به وسیله‌ی گمانه، چه نکاتی را باید رعایت کرد؟
- ۷- در طریقه‌ی گاززدایی به وسیله‌ی راه‌رو، چه نکاتی را باید رعایت کرد؟

تأمین روشنایی



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند :

- ۱- کلیاتی در مورد روشنایی معادن بیان کند.
- ۲- چراغ‌های انفرادی را شرح دهد.
- ۳- چراغ اطمینان شعله‌ای را تشریح کند.
- ۴- چراغ‌های الکتریکی انفرادی را توضیح دهد.
- ۵- روشنایی عمومی را بیان کند.
- ۶- لامپ‌های رشته‌ای، بخار جیوه، بخار سدیم، فلورسنت و هوای فشرده را شرح دهد.
- ۷- روشنایی در معادن سطحی را توضیح دهد.

تأمین روشنایی

داشتن روشنایی کافی در معادن باعث بالا رفتن بازده و بهره‌وری در استخراج ماده‌ی معدنی می‌شود. از جمله عواملی که سبب می‌شود تا روشنایی داخل معادن نسبت به روشنایی کارخانه‌های صنعتی و سایر اماکن کم‌تر باشد، عبارت‌اند از:

۱- پیش‌روی مستمر کارگاه‌های استخراج و تونل‌ها و مشکل برق‌رسانی به آن‌ها در اعماق زمین و فواصل طولانی؛

۲- جذب نور به وسیله‌ی دیواره‌ها و کم‌بودن اختلاف رنگ و بازتاب نور آن‌ها؛

۳- خطر انفجار گاز متان و دیگر گازهای قابل انفجار که استفاده از تجهیزات معمولی روشنایی را غیرممکن می‌سازد؛

۴- گرد و غبار آلود بودن شدید هوای معدن.

تنها وجود روشنایی زیاد برای خوب دیدن کافی نیست بلکه باید سایه روشن‌ها واضح باشند و از خیره‌شدن چشم‌ها جلوگیری شود، بنابراین بهترین حالت، این است که تمام تونل‌ها و کارگاه‌ها روشن باشند و دیواره‌ها با آب آهک سفید شوند تا از طریق بازتاب نور، روشنایی بهتری به دست آید. البته چنین اقدامی در تمام نقاط معدن قابل اجرا نیست.

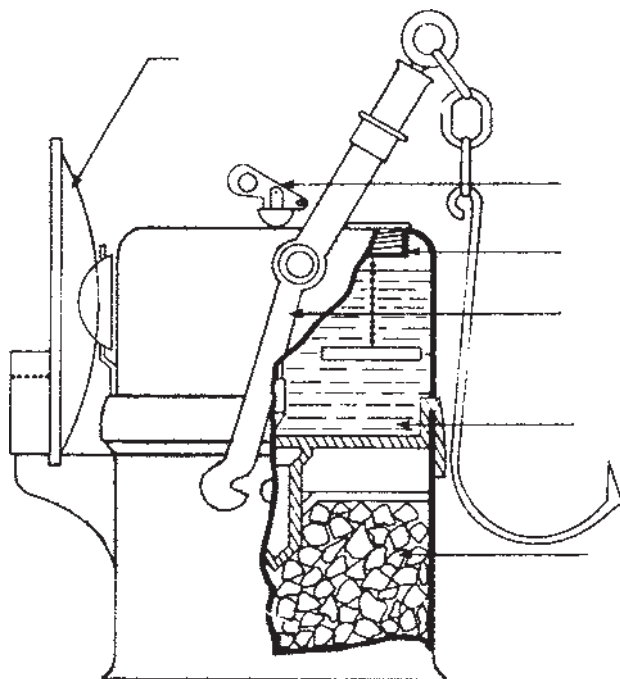
در کارگاه‌ها و تونل‌هایی که جبهه‌ی کار دائماً در حال پیش‌روی است و تغییر مکان وجود دارد، از روشنایی چراغ‌های انفرادی که معمولاً بر روی کلاه نصب می‌شود، استفاده می‌گردد. به این ترتیب، کارگران مجهز به یک چراغ انفرادی قابل حمل هستند و هنگامی که وارد محدوده‌ی دویل‌ها و چاه‌ها و تونل‌های اصلی و محوطه‌ی پذیرگاه‌ها و محل شارژ و گاراژ، پمپ‌خانه‌ها و تعمیرخانه‌ی درون معدن می‌شوند به علت وجود چراغ‌های ثابت، چراغ‌های انفرادی را خاموش می‌کنند.

چراغ‌های انفرادی

چراغ‌های انفرادی چراغ‌هایی سبک و قابل حمل و نقل هستند. انواع الکتریکی آن‌ها با باتری کار می‌کنند و قابل نصب بر روی کلاه هستند و انواع شعله‌ای آن با کمک سوختن گاز استیلن کار می‌کنند که دارای قلاب یا حلقه‌ای هستند و آن‌را با دست حمل می‌کنند.

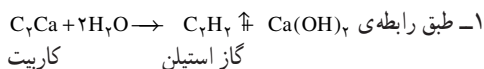
چراغ استیلن: این چراغ از دو محفظه‌ی روی هم تشکیل شده که در محفظه‌ی زیرین، سنگ کربیت و در محفظه‌ی بالایی آب قرار می‌دهند. رابطه‌ی بین محفظه‌ی بالایی و پایینی به وسیله‌ی یک

شیر، قابل تنظیم، برقرار می‌گردد. وقتی شیر باز می‌شود آب به تدریج روی سنگ کاربیت می‌ریزد و از ترکیب آب با کاربیت، گاز استیلن حاصل می‌شود.^۱ این گاز از لوله‌ی کوچکی خارج شده، در صورت نزدیکی شعله به این گاز، چراغ روشن می‌شود شکل (۴-۱). البته این چراغ در معادن زغال فاقد ایمنی است و مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.



شکل ۴-۱- چراغ کاربیتی

چراغ اطمینان شعله‌ای: در قدیم چراغ اطمینان شعله‌ای، وسیله‌ی روشنایی معادن دارای گاز متان به شمار می‌رفت ساختمان این چراغ بسیار ساده است و سوخت آن از روغن و یا بنزین سفید است. کاربرد دیگر آن، برای سنجش میزان گاز متان موجود در هوای معادن است. امروزه این چراغ، کاربرد چندانی برای روشنایی در معادن ندارد شکل (۴-۲).





شکل ۲-۴- چراغ اطمینان شعله‌ای

چراغ‌های انفرادی الکتریکی: این نوع چراغ‌ها بدون ایجاد هرگونه آلودگی، روشنایی لازم را برای کار در نقاط تاریک زیرزمینی به صورت فردی تأمین می‌نمایند منبع نیروی چراغ‌های مذکور، یک باتری است که قسمت اصلی، وزن چراغ را تشکیل می‌دهد. باتری را معمولاً به کمر می‌بندند. کابل نرم و بسیار محکمی باتری را به نورافکن متصل می‌نماید. معمولاً نورافکن را بر روی کلاه نصب می‌کنند. باتری این چراغ‌ها پس از هر نوبت کار ۸ ساعته، باید شارژ شود شکل (۴-۴). نوعی از چراغ‌های الکتریکی انفرادی نیز وجود دارد که نورافکن و باتری در کنار هم هستند و بر روی کلاه نصب می‌شوند. این چراغ‌ها سبک و قابل شارژ هستند ولی نور آن‌ها پس از دو ساعت ضعیف می‌شود و احتیاج به شارژ مجدد دارند شکل (۴-۳).



شکل ۳-۴- چراغ الکتریکی کلاهی



شکل ۴-۴- چراغ‌های انفرادی که نورافکن آن قابل نصب بر روی کلاه است و باتری آن به کمر نصب می‌شود.

باطری چراغ‌های معدنی یا اسیدی است، یا قلیایی.

باطری‌های اسیدی دارای محفظه‌ای از جنس ضد اسید هستند و معمولاً قابلیت تولید ۴ ولت برق را با ظرفیت ۱۰ آمپر ساعت دارند و وزن آن‌ها حدوداً ۱۸۰۰ گرم است. سر باطری را با مهره‌های مخصوصی می‌بندند که برای باز کردن آن، از آچار مخصوص استفاده می‌شود. باطری‌های اسیدی دارای دو الکترود هستند که جنس کاتد آن سرب خالص و جنس آند آن اکسید سرب (PbO_2) است. محلول الکترولیت آن مخلوط اسید سولفوریک و آب مقطر است.

باطری‌های قلیایی دارای محفظه‌ای فلزی هستند. اخیراً در معادن از باطری‌های قلیایی نیکل و کادمیموم استفاده می‌شود. مایع الکترولیت این نوع باطری‌ها، هنگام شارژ، گاز تولید نمی‌کند. این باطری‌ها به آسانی سولفاته نمی‌شوند و الکترودهای آن در دو نوع یکی نیکل – آهن و دیگری نوع نیکل – کادمیموم ساخته می‌شود. آندها از جنس هیدرات نیکل و کاتد از جنس آهن خالص یا در نوع دیگر از کادمیموم مخلوط با کمی آهن است. محلول الکترولیت در باطری‌های نیکل – کادمیمومی از هیدرات پتاسیم است.

بدنه‌ی نورافکن از جنس مقاومی بوده، دارای کلیدی است که لامپ اصلی و لامپ فرعی را روشن می‌کند. داخل نورافکن یک آینه‌ی گود، از آلومینیم قرار دارد که نور را با زاویه‌ی معینی منعکس می‌کند و انعکاس آن، روشنی بیش‌تری فراهم می‌کند. جنس شیشه‌ی روی نورافکن از نوع مقاوم است شکل (۴-۵).



شکل ۴-۵- چراغ نیکل کادمیمومی

شدت جریان مصرفی و نور لامپ اصلی، همیشه بیش‌تر از لامپ فرعی است و دوام لامپ‌ها، معمولاً بیش‌تر از ۷۰۰ ساعت است.

برای شارژ مجدد باطری‌ها، چراغ‌ها را به چراغ‌خانه برده، به دستگاه شارژ متصل می‌نمایند. مدت زمان شارژ باطری همواره از مدت زمان استفاده از آن بیش‌تر است. باطری‌ها را معمولاً برای شارژ به صورت موازی به جریان مستقیم، وصل می‌کنند. برای سادگی و سرعت کار، معمولاً قطعاتی را در نورافکن به کار می‌برند که هرگاه آن‌ها را در محل مخصوص به خود قرار دهند، باطری شارژ شود شکل (۴-۶).



الف



ب

شکل ۴-۶- دستگاه شارژ الف- یک ردیفه، ب- سه ردیفه

در چراغ‌خانه، چراغ‌ها را تعمیر، نگه‌داری و شارژ می‌کنند. ساختمان چراغ‌خانه دارای اتاق تعمیر، محل بنزین‌گیری برای چراغ‌های شعله‌ای، انبار، دفتر، نهارخوری، توالت و یک سالن بزرگ برای قراردادن چراغ‌ها و شارژ آن‌ها است. چراغ‌ها را در قفسه‌های مخصوصی قرار می‌دهند. هر قفسه چند طبقه دارد و هر طبقه برای چندین چراغ تعبیه شده است. هر چراغ دارای شماره‌ی ترتیب است و هر شماره به یک نفر اختصاص دارد.



شکل ۴-۷- چراغ‌خانه‌ی معدن

معمولاً هر نفر باید در مقابل پلاکی که در دست دارد، چراغ خود را از قفسه بردارد و یا پس از خروج از معدن، چراغ را در قفسه گذاشته، پلاک مربوطه را با خود ببرد (شکل ۴-۷).

روشنایی عمومی

لامپ‌هایی که در روشنایی عمومی به کار می‌روند، نیروی خود را از شبکه‌ی برق معدن، تأمین می‌نمایند (شکل ۴-۸). در زیر به بررسی انواع چراغ‌های روشنایی عمومی می‌پردازیم:

لامپ رشته‌ای: بیش‌ترین مصرف در تأمین روشنایی عمومی، کاربرد لامپ رشته‌ای است که در روشنایی عمومی منازل نیز از آن‌ها زیاد استفاده می‌شود. پایه‌ی لامپ، معمولاً حالت پیچی داشته،

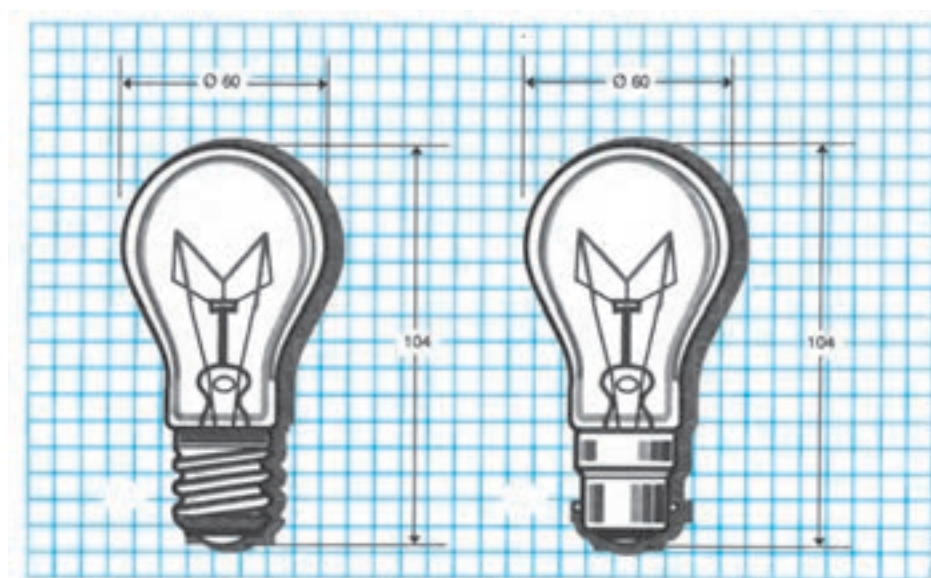


شکل ۸-۴- نمونه‌ای از روشنایی عمومی در معدن منگنز و نارچ قم

بین مرکز پیچ و پیچ، عایق کاری شده است. جریان الکتریسیته از داخل سیم نازک تنگستنی که به طور فشرده مانند است، عبور می‌کند. سیم نازک تنگستنی در اثر عبور جریان، داغ و درخشان می‌شود. سیم نازک تنگستنی در داخل حباب شفاف یا مات شیشه‌ای که حاوی گاز خنثی است، قرار دارد. هر اندازه قطر سیم نازک تنگستنی زیادتر باشد، حباب چراغ بزرگ‌تر و درخشندگی آن بیش‌تر است. ولتاژ مصرفی لامپ رشته‌ای ۲۲۰ ولت است و توان مصرفی آن‌ها ۴۰ یا ۶۰ یا ۱۰۰ یا ۲۰۰ وات است در معادن این لامپ‌ها معمولاً در قاب‌های محافظ شیشه‌ای با پنجره‌ی فلزی قرار داده می‌شوند تا در مقابل ضربه مقاوم باشند. در معادن زغال‌سنگ قاب‌های محافظ به صورت ضد جرقه به کار می‌روند شکل‌های (۹-۴) و (۱۰-۴).



شکل ۹-۴- شکل عمومی یک تونل با چراغ‌های روشنایی قاب‌دار با لامپ رشته‌ای



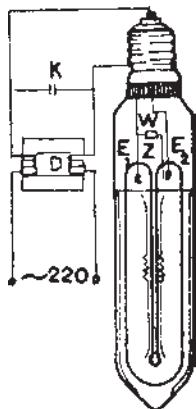
با پایه پیچی

با پایه خاردار

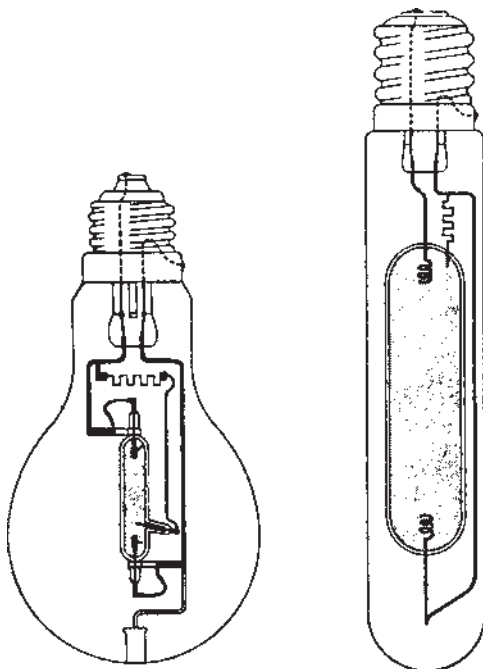
شکل ۱۰-۴- لامپ رشته‌ای

لامپ‌های بخار جیوه و بخار سدیم: روشنایی لامپ بخار جیوه زرد رنگ و بخار سدیم، سفید مایل به آبی رنگ است (شکل ۱۲-۴). ولتاژ مصرفی آن‌ها ۲۲۰ ولت است. کاربرد این لامپ‌ها در معادن دارای گاز متان، ممنوع است.

حساسیت چشم نسبت به لامپ سدیم بالاست؛ بنابراین، در فضای آلوده به گرد و غبار و دود، نور آن به خوبی دیده می‌شود. لامپ جیوه‌ای برای استفاده در معادن زغال، مناسب است و چنان روشنایی خوبی دارد که می‌توان به سادگی لایه‌ی زغال را از دیگر لایه‌ها تشخیص داد (۴-۱۱). لامپ سدیم را بلافاصله بعد از خاموش کردن، می‌توان روشن کرد؛ در حالی که لامپ جیوه‌ای حدود پنج دقیقه بعد از خاموش شدن روشن می‌شود.

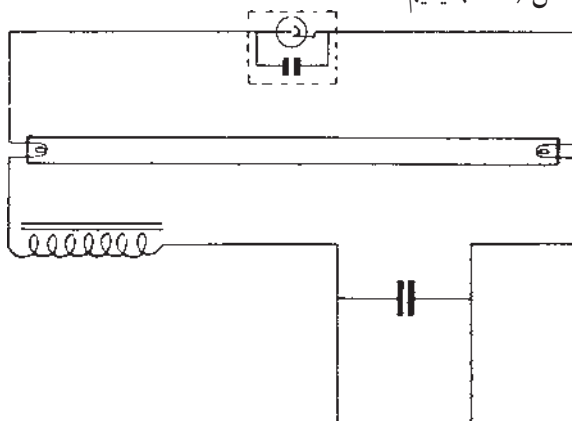


شکل ۱۱-۴- لامپ سدیم



شکل ۱۲-۴- لامپ جیوه‌ای

لامپ فلورسنت: لامپ «فلورسنت» در بازار به لامپ «مهتابی» معروف است. فشار داخل این لامپ‌ها کم است و گاز داخل آن‌ها از آرگن مخلوط با کمی بخار جیوه تشکیل شده است. در دو انتهای داخلی لوله دو الکترود از جنس تنگستن وجود دارد. قشر داخلی لوله از ماده‌ی سفید رنگ فلورسنت پوشیده شده است. هرگاه جریان برق همان‌طور که در شکل (۴-۱۳) نشان داده شده است، به الکترودها وصل شود، امواج نامرئی ماورای بنفش تولید می‌شود که با برخورد آن به قشر مواد فلورسنت، درخشندگی به وجود آمده، لامپ روشن می‌شود. نمونه‌ای از روشنایی عمومی توسط لامپ فلورسنت را در شکل (۴-۸) دیدیم.

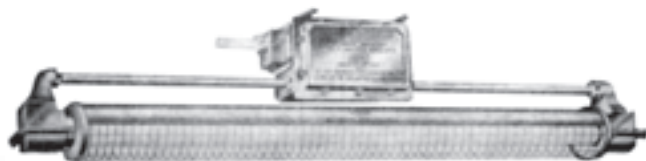


شکل ۴-۱۳- مدار روشنایی لامپ فلورسنت

لامپ فلورسنت برای معادن دارای متان، باید از نوعی باشد که فوراً روشن شود. از طرفی اگر عیبی در آن به وجود آید، فوراً قطع شود. در شروع کار لامپ‌های فلورسنت، وجود یک استارت باعث می‌شود تا تخلیه‌ی الکتریکی اصلی، به آسانی انجام شود که پس از روشن شدن چراغ، از مدار خارج می‌گردد. برای استفاده از لامپ فلورسنت در معادن دارای گاز متان، حتماً باید از نوعی محفظه‌ی ضد جرقه استفاده کرد که در صورت وارد شدن هرگونه ضربه، بروز عیب و یا شکستن شیشه، جریان برق در آن قطع شود (شکل ۴-۱۴).



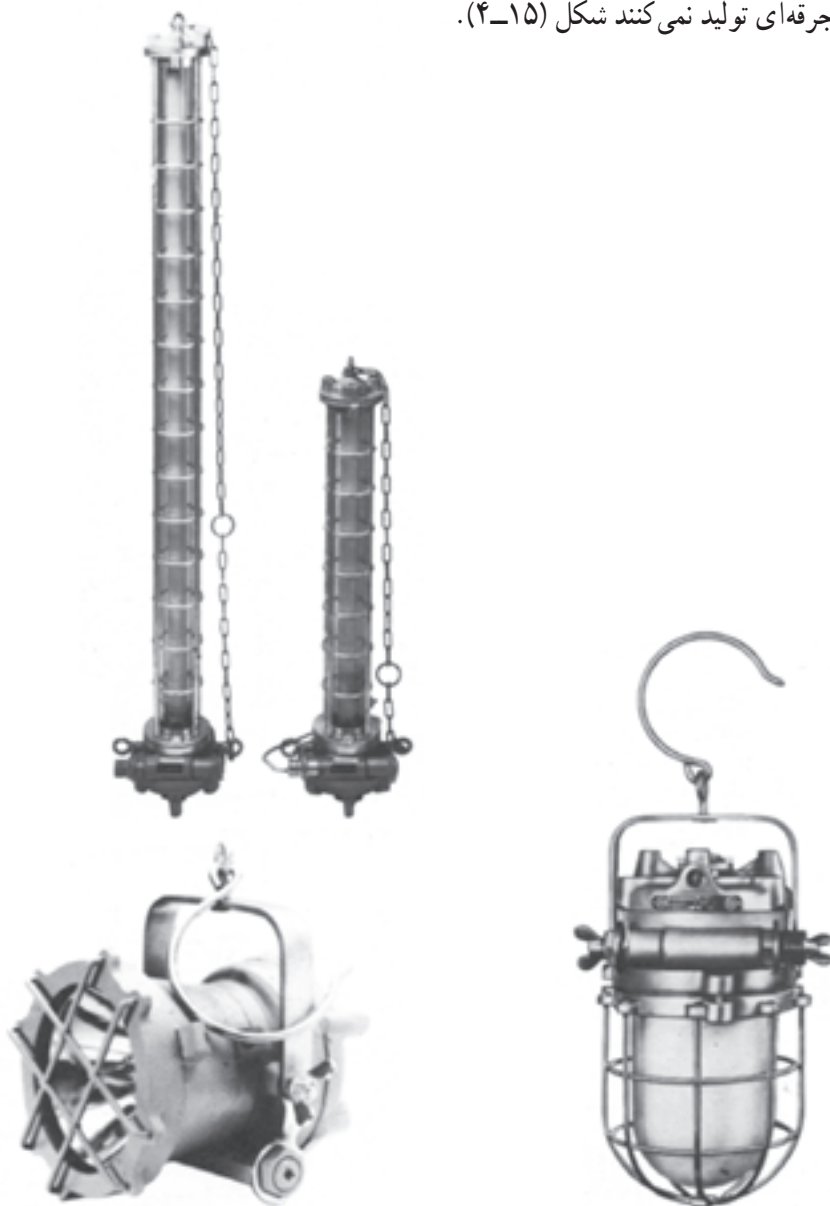
ب



الف

شکل ۴-۱۴- لامپ فلورسنت معدنی

چراغ‌های با هوای فشرده: منبع نیرو در این چراغ‌ها، هوای فشرده است و احتیاج به کابل کشی ندارد. این چراغ‌ها دارای یک توربین و یک ژنراتور داخلی کوچک است که با گردش توربین به وسیله‌ی هوای فشرده و گردش ژنراتور، جریان الکتریسیته‌ی لامپ را تأمین می‌کند. جریان الکتریسیته می‌تواند یک لامپ جیوه‌ای یا فلورسنت را روشن نماید. این چراغ‌ها ایمنی کامل داشته، هیچ جرقه‌ای تولید نمی‌کنند شکل (۱۵-۴).



شکل ۱۵-۴- چراغ‌های توربینی هوای فشرده

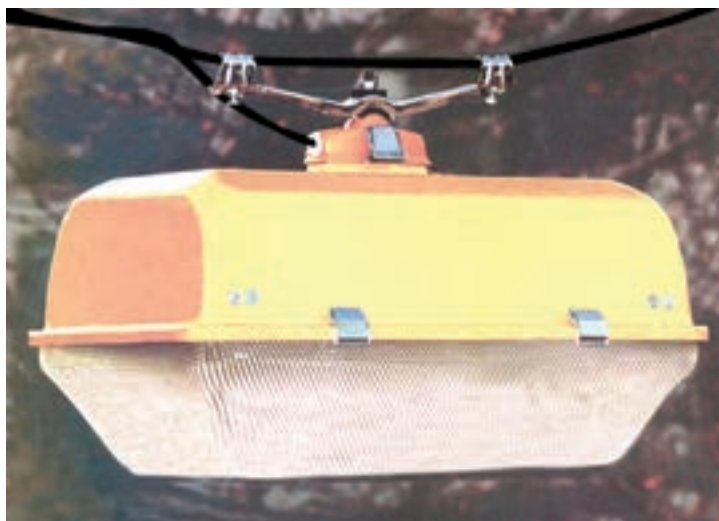
روشنایی در معادن روباز

یکی از مزایای خاص روش‌های استخراج معادن به طریقه‌ی روباز، امکان تأمین روشنایی به‌طور طبیعی و با استفاده از نور خورشید است. روشنایی طبیعی اثرات روانی قابل توجهی بر روی افراد دارد، چنان‌که بازده کار و دقت کارگران به عوامل محیطی را افزایش می‌دهد. تنها عیب نور خورشید در برخی معادن نظیر گچ یا سنگ مرمر که ضریب شکست نور آن‌ها زیاد است، دیده می‌شود که در این قبیل نقاط باید از عینک‌های آفتابی استفاده شود. شب هنگام تأمین نور کافی برای دیدن محیط کار، مسیرهای عبور و مرور، تجهیزات و ماشین‌آلات، اهمیت فراوان دارد؛ شکل (۴-۱۶). زیرا در هنگام خطر، در زمان عکس‌العمل بر کسانی که با ماشین‌ها کار می‌کنند و یا در محیط حضور دارند، تأثیرگذار است.

تحقیقات نشان می‌دهد زمان عکس‌العمل رانندگان لوکوموتیوهای برقی در معادن روباز، با توجه به تغییرات روشنایی، از $۰/۶$ تا $۱/۳$ ثانیه متفاوت است. هنگام شب روشنایی ناقص و کم، در معادن روباز، در ایجاد حوادث بسیار مؤثر است و ضمن کاهش بازده، باعث می‌گردد گاهی سوانح ناگواری رخ دهد. به علت امکان قطع ناگهانی برق، علاوه بر سیستم روشنایی عادی، باید یک سیستم برق اضطراری نیز در نظر گرفته شود تا در صورتی که اشکالی در روشنایی عادی به‌وجود آید، معدن در تاریکی مطلق قرار نگیرد. سیستم برق اضطراری، باید کلیه‌ی نقاط خطرناک، لبه‌های پرتگاه‌ها، سراسیمی‌ها و پله‌ها را در زمان قطع جریان برق عادی، روشن کند شکل (۴-۱۷). به‌طور کلی از لحاظ میدان دیدی که تجهیزات روشنایی باید به‌وجود آورند، دو نوع طبقه‌بندی وجود دارد. یک نوع از آن طبقه‌بندی‌ها مربوط به فواصل محدود ۲۰° تا ۳۰ متری و نوع دیگر روشنایی نقاط دور دست تا فاصله‌ی ۲۰۰ متر و بیش‌تر است.

برخی از دستگاه‌های نوری، جهت تأمین روشنایی مسیر وسایل نقلیه، تقاطع‌ها، پله‌ها، لبه‌های پرتگاه‌ها، دیواره‌های معدن، مناطق مخصوص سینه‌ی کارها، اطراف ماشین‌آلات و غیره، به‌کار برده می‌شوند. برای برقراری روشنایی مناطق وسیع محیط کار از لامپ‌های قوی تا ۱۰۰۰ واتی استفاده می‌شود. صرف‌نظر از شرایط روشنایی معدن و نقاط عبور و مرور، تمام ماشین‌آلات معدنی و خودروها و وسایل حمل و نقل، باید دارای چراغ‌های پرنور و سالم باشند. براساس مقررات ایمنی، هیچ ماشین و دستگاهی در معدن، نباید فاقد وسیله‌ی روشنایی باشد. در بعضی از معادن روباز، با استفاده از رفلکتورهای داخلی، مقدار روشنایی را به ۲ تا $۲/۵$ برابر افزایش می‌دهند و با توجه به طیف مناسب نور آن‌ها برای محیط کار، روشنایی خوبی به‌وجود می‌آورند. در مواقع آتش‌کاری که به‌خصوص خطر پرتاب تخته سنگ‌ها وجود دارد، در بسیاری از مواقع نورافکن‌ها و سایر تجهیزات روشنایی را

روشنایی در معادن سطحی



الف - نورافکن در معادن روباز که به حالت آویزان بین دو ارتفاع قابل نصب است .



ب- نورافکن در معادن روباز که برای روشن کردن سینه‌ی کار بر روی ستون فلزی نصب می‌شود.



ج- نورافکن در معادن روباز که برای روشن کردن محوطه‌های اداری، مسکونی، تأسیساتی و جاده‌های اصلی و پررفت و آمد معدن باز آویه نسبت به افق نصب می‌شود.

شکل ۱۶-۴- چند نوع روشنایی در معادن روباز

به نقاط آمن حمل می کنند و یا در صورت امکان آن ها را با حفاظ ها و توری های مناسب می پوشانند. بدیهی است پس از پایان آتش کاری، وضعیت را به حالت اول برمی گردانند. وجود نورافکن ها در معادن روبازی که کارهای استخراجی را شب ها انجام می دهند، حفاظت عملیات را تضمین می کند و باعث می شود شرایط خوبی برای کار وجود داشته باشد.



الف



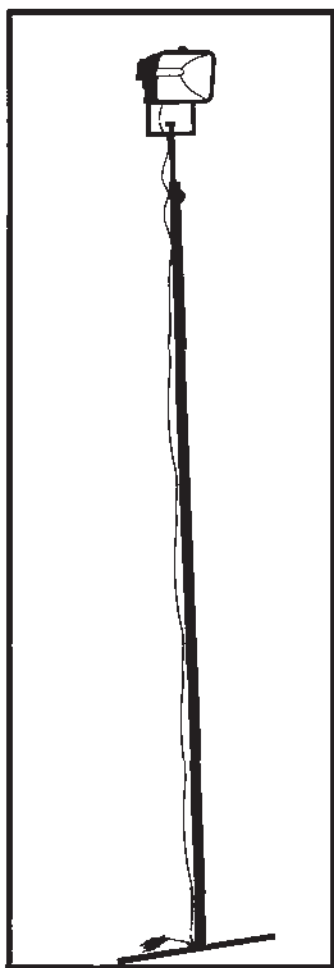
شکل ۱۷-۴- مجموعه نورافکن های اضطراری و قابل حمل و نقل همراه ژنراتور

- الف - قبل از باز شدن تلسکوپی دکل
- ب - بعد از باز شدن تلسکوپی دکل
- ج - با ۶ نور افکن

ج

ارتفاع تیرهای ثابت چراغ برقی که نورافکن‌ها را روی آن‌ها نصب می‌کنند، ۱۵-۱۰ متر است، ولی نورافکن‌های قابل حمل، ۳-۴ متر و یا ۱۰-۶ متر ارتفاع دارند شکل (۴-۱۷). نورافکن‌های ثابت، معمولاً در محوطه‌های عبور وسایل حمل و نقل و راه‌روها و محل‌های مربوط به عملیات صنعتی و معدنی نصب می‌شوند شکل (۴-۱۶). لیکن از نورافکن‌های قابل حمل، در همه جا می‌توان استفاده کرد.

اگر نورافکن‌ها به صورت مجتمع در بالای نقاط مرتفع نصب شوند، بسیار مفید است. در مواردی می‌توان در بالای هرستون ۴ یا ۶ نورافکن را یک‌جا نصب کرد.

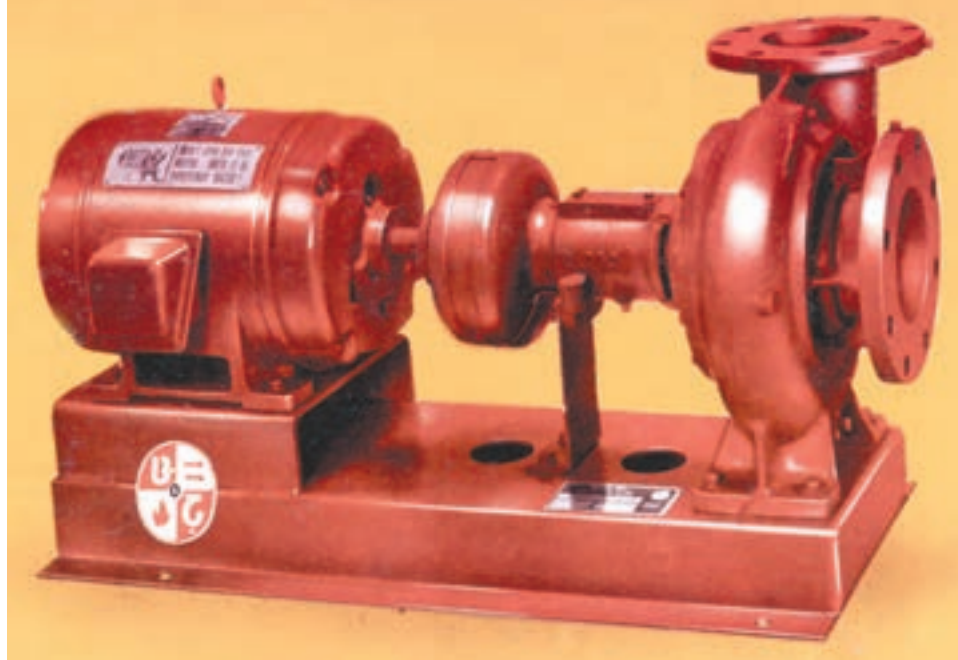


شکل ۴-۱۸- ستون چراغ برق در معدن

خودآزمایی

- ۱- چه عواملی باعث می‌شوند که روشنایی داخل معادن در مقایسه با روشنایی کارخانه‌ها و سایر اماکن کم‌تر باشد؟
- ۲- روش‌های افزایش روشنایی و نور در معادن زیرزمینی را بنویسید؟
- ۳- چراغ استیلن چگونه کار می‌کند؟
- ۴- چراغ اطمینان شعله‌ای چیست و چه کاربردهایی دارد؟
- ۵- باتری‌های چراغ‌های انفرادی تونلی چگونه است؟
- ۶- چه تفاوتی بین باتری‌های اسیدی و نیکل کادمیومی وجود دارد؟
- ۷- چراغ‌خانه شامل چه قسمت‌هایی است؟ و برای شارژ باتری چه اقداماتی انجام می‌دهد؟
- ۸- لامپ‌های جیوه‌ای و سدیم چه تفاوتی با یک‌دیگر دارند؟
- ۹- چراغ‌های توربینی هوای فشرده، چگونه کار می‌کنند؟
- ۱۰- چراغ‌های معادن روباز چه نوع دیدی را برای کار در شب تأمین می‌کنند؟

انتقال آب
(آبکشی و آبرسانی)



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- آب‌کشی اصلی در معادن را توضیح دهد.
- ۲- طرز جمع‌آوری و خارج کردن آب از معدن را تشریح کند.
- ۳- آب‌کشی فرعی و پمپ‌های مورد استفاده برای آن را توضیح دهد.
- ۴- انواع پمپ‌های دینامیکی را نام ببرد و توضیح دهد.
- ۵- آب‌کشی در معادن روباز را تشریح کند.
- ۶- نحوه‌ی آب‌رسانی در معادن را شرح دهد.

انتقال آب (آب‌کشی و آب‌رسانی)

انتقال آب در معدن

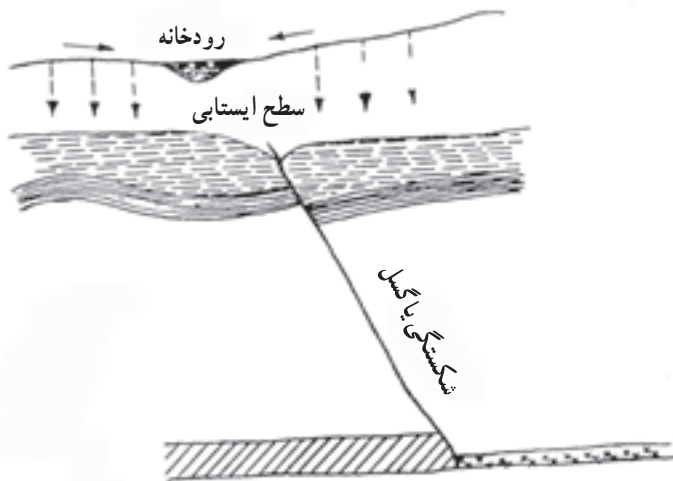
موضوع انتقال آب در معادن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا به موازات فعالیت‌های اصلی معدن‌کاری که با هدف استخراج ماده‌ی معدنی، چه در معادن روباز و چه زیرزمینی صورت می‌گیرد، نیاز به انتقال آب پیدا می‌شود به این صورت که آب‌های زیرزمینی که به نوعی در معدن جریان دارند و در روند عملیات استخراج، مانع پیش‌رفت عادی امور می‌شوند، از معدن به بیرون هدایت شوند. از سوی دیگر، جهت تأمین آب مورد نیاز در داخل معدن، برای مصارف گوناگون، بایستی آب سالم و مناسب به محل‌های لازم انتقال پیدا کند. بنابراین در این فصل موضوع انتقال آب در دو مبحث جداگانه‌ی آب‌کشی و آب‌رسانی مورد توجه قرار می‌گیرد.

آب‌کشی اصلی

الف - منابع آب‌های زیرزمینی

۱- **سطح ایستابی:** آب باران که به سطح زمین می‌رسد، دو قسمت می‌شود. یک قسمت در سطح زمین به جریان می‌افتد و رودخانه‌ها را تشکیل می‌دهد و قسمت دیگر در زمین نفوذ می‌کند تا به لایه‌ی نفوذناپذیری می‌رسد و سفره‌های آب زیرزمینی را به وجود می‌آورد که سطح آن را سطح ایستابی می‌نامند. درحقیقت این سطح ساکن نمی‌باشد، زیرا دارای شیب ملایمی است و اصولاً آب آن با سرعت ۲ تا ۳ متر در ساعت، حرکت می‌کند شکل (۱-۵). آب‌های زیرزمینی از شکاف‌ها و

گسل‌ها عبور کرده، در راه‌روها و کارگاه‌های معدنی ظاهر می‌شوند. شکاف‌های مذکور، غالباً نتیجه‌ی عملیات بهره‌برداری معدن است و ممکن است به کف رودخانه‌ها نیز برسد و از آن‌جا نیز مقداری آب داخل معدن بشود.



شکل ۱-۵ - سطح ایستابی و نفوذ آب به شکستگی یا گسل

۲- نوع زمین: نوع زمین‌های واقع در بالای طبقه‌های معدن، در مقدار آبی که داخل معدن می‌شود، مؤثر است، برای مثال اگر زمین‌ها از شیست باشد، تقریباً نفوذناپذیر خواهد بود. در صورتی که از سنگ سخت تکتونیزه، آب به سهولت عبور خواهد کرد.

۳- مقدار آب: مقدار آب داخل معدن را به نسبت محصول روزانه تعیین می‌کنند و مقدار آن در معادن مختلف، بسیار متفاوت است، چنان‌چه در یکی از معادن واقع در شرق فرانسه، در ازای هر تن زغال، مقدار ۲۶ متر مکعب آب که مساوی با ۴۶ متر مکعب در دقیقه است، دیده شده است. بدیهی است هرگاه مقدار آب از حدود امکانات آب‌کشی تجاوز کند و هزینه‌ی آن زیاد شود، از بهره‌برداری آن معدن صرف نظر می‌کنند؛ مثلاً به علت پیدا شدن آب به مقدار ۳۰۰ متر مکعب در ازای هر تن بوکسیت (Bauxite) در یکی از معادن واقع در فرانسه، معدن مذکور را تعطیل کردند.

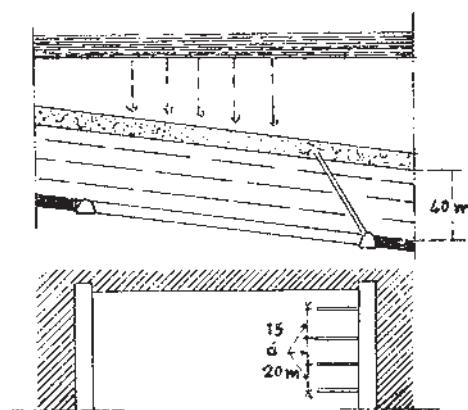
ب - طرز جلوگیری از ورود آب به معدن

۱- آب‌های سطحی: هرگاه نزدیک معدن رودخانه‌ای باشد، باید بستر آن را منظم کنند و در صورت لزوم آن را نفوذناپذیر کنند. هرگاه در اثر عملیات معدنی و یا غیر از آن در سطح زمین

گودال‌هایی تولید شود، آب‌روهایی برای آن‌ها تعبیه می‌کنند که آب در آن‌ها جمع نشود. هرگاه رودخانه‌های زیرزمینی وجود داشته باشد، با حفر چند چاه و نصب پمپ، می‌توان آب آن‌ها را خارج کرد و به این ترتیب مانع از رسیدن آب به تأسیسات معدنی شد. در هر حال باید به طور کامل، وضع آب‌های سطحی و نزدیک به سطح زمین را مطالعه کرده، طریقه‌ی مناسبی برای جلوگیری از نفوذ آن‌ها به داخل معدن پیش‌بینی کنند.

۲- آب‌های درون معدن: برای جلوگیری از ورود آب به داخل معدن، پیش‌گیری‌ها و طریقه‌های زیر را اجرا می‌کنند:

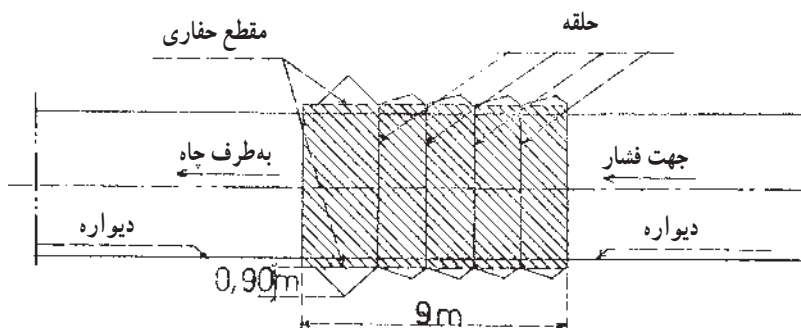
پوشش نفوذناپذیر چاه‌ها - طریقه‌ی خاک‌ریزی کامل در استخراج - برقراری حریم لازم - تزریق سیمان در شکاف‌ها - ساختن سدهای مخصوص. به علاوه هرگاه جلوگیری از ورود آب به معدن ممکن نباشد، می‌توان آب را به نواحی‌ای از معدن راند که در آن‌جا اشکالات کم‌تری تولید کند. هرگاه در جلوی جبهه‌ی کار، محلی باشد که احتمال وجود آب در آن باشد، برای آن‌که کارگران غافل گیر نشوند، یک گمانه در جلوی جبهه‌ی کار حفر می‌کنند. هرگاه از چینه‌های واقع در سقف کارگاه استخراج، مقدار آبی که نفوذ می‌کند زیاد باشد، می‌توان به وسیله‌ی گمانه‌هایی به فاصله ۱۵ تا ۲۰ متر که در پایین کارگاه حفر می‌کنند، آب را به گالری زیر کارگاه منتقل کرد (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۵ - جلوگیری از ورود آب به معدن

برای مجزا کردن کارهای متروک معدنی از سایر قسمت‌ها، باید سدهای نفوذناپذیری در مدخل آن‌ها بسازند، تا مانع از جاری شدن آب به طرف قسمت‌های در حال بهره‌برداری شود. سدها باید در مقابل فشار زیاد آب به‌خوبی مقاومت کنند؛ از این رو آن‌ها را به شکل چند دیواره‌ی پی‌درپی می‌سازند

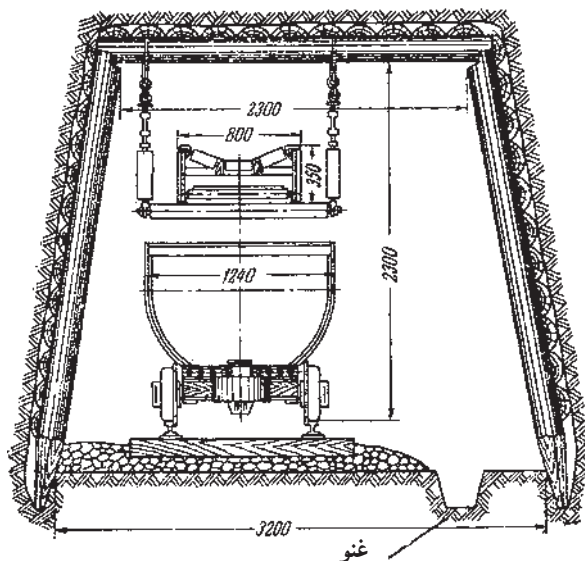
شکل (۳-۵). برای این منظور، ابتدا وسیله‌ی نگهداری را پیاده می‌کنند و مقطع را کمی بزرگ کرده، پس از لق‌گیری و در صورت لزوم نصب پیچ و مهره‌ی بلند، اقدام به بتن‌ریزی می‌کنند ولی قبلاً در دیواره‌ای گالری، به مقدار ۵ تا ۷ حلقه گمانه به طول مناسب حفر و لوله‌گذاری می‌کنند تا پس از خاتمه‌ی بتن‌ریزی، بتوان از داخل گمانه‌ها به زمین، سیمان تزریق کرد. در دیوار بتن باید یک لوله‌ی بزرگ و شیرفلکه‌ای و یک فشارسنگ نصب کنند.



شکل ۳-۵ - مقطع دیواره‌های پی‌درپی به عنوان سدهای نفوذ ناپذیر

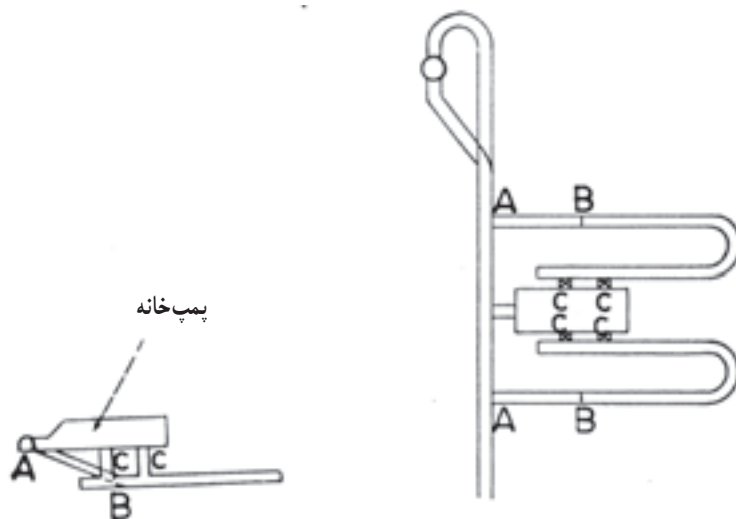
ج - طرز جمع‌آوری و خارج کردن آب از معدن

۱- جوی آب: آب‌ها را به وسیله‌ی جوی‌هایی که در کنار گالری‌ها تعبیه می‌کنند (غنو) جمع‌آوری کرده، به مخزن‌های مخصوصی می‌رسانند. جوی‌ها را گاهی با بتون می‌سازند و گاهی نیز به جای جوی، از لوله استفاده می‌کنند. شیب جوی‌ها حداقل یک در هزار است شکل (۴-۵).



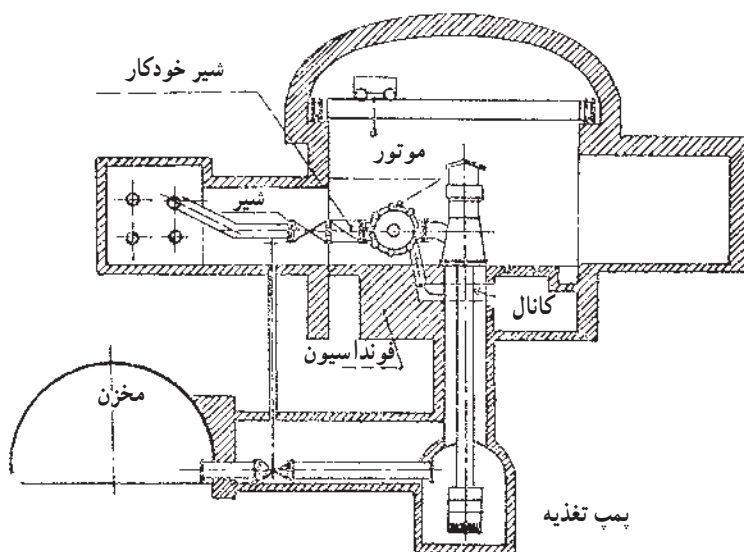
شکل ۴-۵ - احداث جوی جهت هدایت آب‌ها

۲- مخزن (Albraques): مخزن‌ها را نزدیک به چاه تأسیس می‌کنند و به وسیله‌ی کانال و چاه کوچک، به پمپ‌خانه مربوط می‌سازند. اختلاف سطح بین کف مخزن و پمپ‌خانه، در حالت عادی از ۴/۵ متر تجاوز نمی‌کند؛ زیرا قدرت مکش پمپ‌ها بیش از آن نیست و در صورتی که اختلاف سطح بیش‌تری لازم باشد، باید یک پمپ تغذیه‌کننده استفاده کنند. ظرفیت مخزن‌ها به مقدار آب و مدتی که تلمبه‌ها کار می‌کنند، بستگی دارد. هرگاه مقدار آب کم یا متوسط باشد، پمپ‌ها را در نوبت کار سوم و در فاصله‌ی بین نوبت کارهای دیگر، به کار می‌اندازند. بنابراین، مدت آب‌کشی در حدود ۹ ساعت در هر شبانه‌روز است و ظرفیت مخزن‌های مربوط را برابر با حداقل ۱۳ ساعت آب حساب می‌کنند، ولی برای اطمینان بیش‌تر، بهتر است که ظرفیت مخزن‌ها، مساوی با مقدار آب یک شبانه‌روز باشد، برای مثال اگر در هر ساعت مقدار ۱۰۰ مترمکعب آب به مخزن‌ها برسد، ظرفیت آن‌ها را برابر با ۲۴۰۰ مترمکعب تعیین می‌کنند و چون مخزن‌ها از گل و لای نیز پر می‌شود، باید دوبرابر ظرفیت آن‌ها را در نظر بگیرند. هر مخزن به وسیله‌ی یک کانال مورب AB به راه‌روی اصلی مربوط شده، به وسیله‌ی چاه‌های کوچک C به پمپ‌خانه مربوط می‌گردد. در معادنی که مقدار آب زیاد باشد، باید پمپ‌ها به‌طور دایم کار کنند و معمولاً ظرفیت هریک از مخزن‌ها مساوی با مقدار آب در دو ساعت است، و از طرفی دیگر ظرفیت آب‌کشی پمپ‌ها، باید دوبرابر آن باشد تا همواره معادل یک ظرفیت، به‌طور ذخیره در اختیار باشد شکل (۵-۵).



شکل ۵-۵ - مقاطع مخزن، کانال‌های مربوطه و پمپ‌خانه

۳- پمپ‌خانه و لوله‌ها: در معادن عمیق و گرم، معمولاً پمپ‌خانه را در پای چاه خروج هوا نصب می‌کنند و در این صورت، مخزن‌ها را نزدیک به آن تأسیس می‌کنند. مزیت این عمل آن است که هوای خنک که به معدن وارد می‌شود، با لوله‌های آب تماس نداشته، گرم نخواهد شد. پمپ‌خانه به شکل گالری بتن شده و مجهز به جرثقیل سقفی است. هر پمپ به وسیله‌ی چاه کوچک و کانال به مخزن آب مربوط می‌شود. لوله‌ها، باید دارای مقاومت کافی باشند و شیرها و وسایلی را در آن‌ها به کار برند که بتوان به سادگی از آن‌ها استفاده کرد. قطر لوله ۳۰۰ میلی‌متر است. شکل (۵-۶) مقطع قائم پمپ‌خانه‌ای را نمایش می‌دهد که مجهز به پمپ‌های عمودی تغذیه‌دهنده به قدرت ۹۰ اسب و پمپ به قدرت ۳۲۰۰ اسب، با آب‌دهی ۱۲ مترمکعب در دقیقه، به ارتفاع ۸۰۰ متر است. موتور این پمپ‌ها دارای پروانه برای خنک کردن می‌باشد که هوای خنک را از کانال تهویه می‌گیرد.



شکل ۵-۶ - پمپ‌خانه و تجهیزات آن

آشنایی با پمپ

تعریف پمپ: پمپ دستگاهی است که انرژی مکانیکی تولید شده به وسیله‌ی یک منبع خارجی (موتور احتراق یا الکتریکی) را گرفته، به سیالی که از آن عبور می‌کند، انتقال می‌دهد.

موارد کاربرد پمپ: پمپ‌ها عموماً برای انتقال انرژی به سیالات به کار می‌روند تا این انرژی صرف کارهای مختلفی شود. پمپ‌ها اغلب برای منظورهای متفاوتی ساخته می‌شوند. یکی از آن موارد، انتقال آب است. (برای انتقال آب از پمپ استفاده می‌شود.)

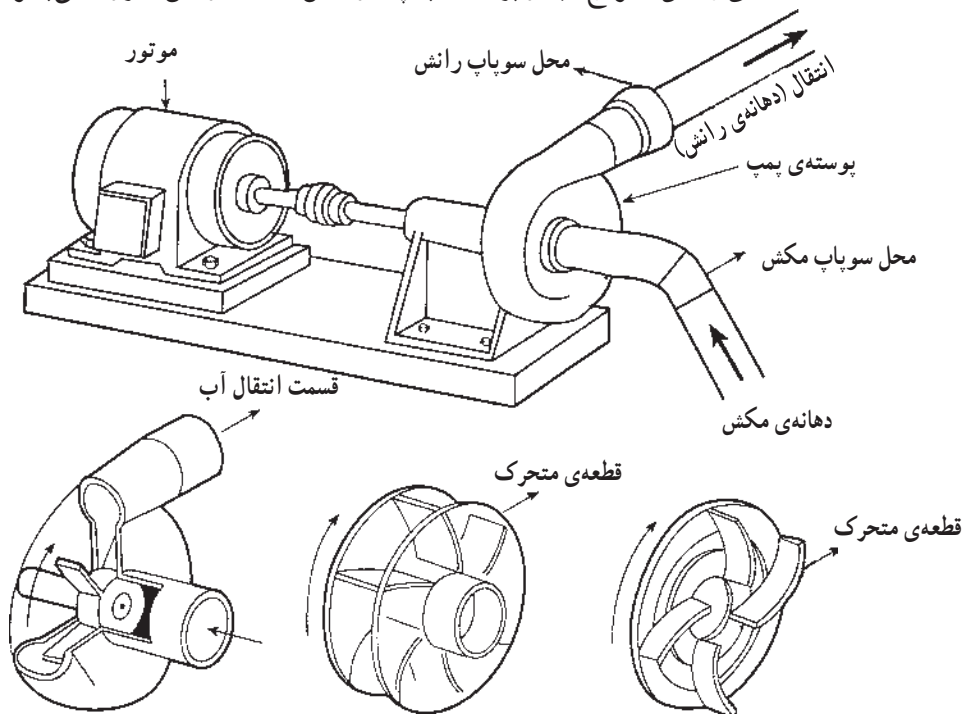
ساختمان اصلی پمپ: اصولاً پمپ‌ها از قطعات اصلی زیر تشکیل شده‌اند: شکل (۵-۷)

— پوسته: پوسته یا بدنه، در پمپ‌ها به اشکال متفاوتی ساخته شده است. در همه‌ی این پمپ‌ها نقش اصلی پوسته ایجاد امکان حرکت برای قسمت متحرک پمپ و جمع‌آوری آب مکیده شده است. — **قطعه‌ی متحرک**: این قطعه در پمپ‌های مختلف، متفاوت است که شامل پیستون، چرخ‌دنده، پروانه و اجزایی از قبیل شاتون، بادامک، دیافراگم و غیره می‌باشد.

— **دهانه‌ی مکش**: به منظور ورود سیال به پمپ، دهانه‌ای در نظر گرفته می‌شود که در پمپ‌های مختلف، محل آن بر روی پوسته، متفاوت است.

— **سویاپ مکش**: هنگام کار، لازم است لوله‌ی مکش پمپ، پر از آب باشد و قبل از روشن کردن پمپ، باید این عمل انجام شود. در صورتی که لازم باشد متناوباً پمپ روشن و خاموش شود، می‌توان در لوله‌ی مکش آن، سویاپ مکش نصب کرد که به صورت شیر یک طرفه از خروج آب در زمان خاموش بودن پمپ جلوگیری کند و همواره لوله‌ی مکش پر از آب باقی بماند.

— **دهانه‌ی رانش**: خروج آب از پوسته‌ی پمپ، از محل دهانه‌ی رانش صورت می‌پذیرد که در



شکل ۵-۷ — پمپ‌گریز از مرکز و انواع پروانه‌ی آن

پمپ‌های مختلف، در محل‌های متفاوتی تعبیه شده است.
 — سوپاپ رانش: برای جلوگیری از برگشت آب هنگامی که پمپ خاموش می‌شود یا در حال کار است، در محل اتصال لوله‌ی رانش به پمپ، شیر یک‌طرفه و یا سوپاپی نصب می‌شود.

انواع پمپ‌ها

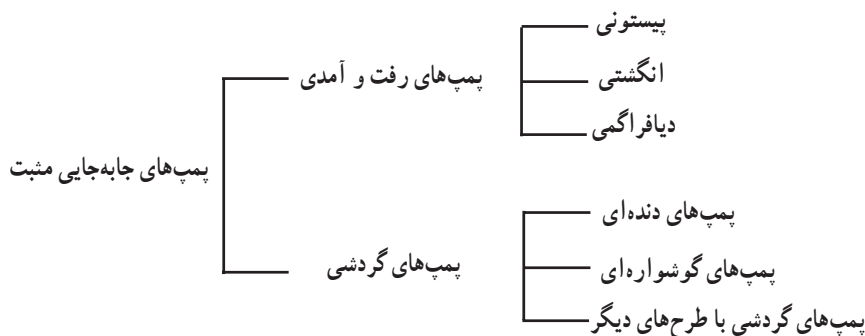
تقسیم‌بندی پمپ‌ها بر اساس عوامل مختلفی صورت می‌گیرد. این تقسیم‌بندی می‌تواند بر مبنای مورد مصرف، ساختمان داخلی و نحوه‌ی انتقال انرژی به سیال انجام شود. متداول‌ترین روش تقسیم‌بندی پمپ‌ها بر مبنای نحوه‌ی انتقال انرژی به سیال است. در این روش پمپ‌ها به دو دسته‌ی اصلی تقسیم‌بندی می‌گردند.

الف — پمپ‌هایی که انتقال انرژی از آن‌ها به سیال، به صورت متناوب است. این پمپ‌ها «جابه‌جایی»^۱ یا «گسسته» نامیده می‌شوند.

ب — پمپ‌هایی که انتقال انرژی از آن‌ها به سیال، به طور دایمی انجام می‌گیرد. این پمپ‌ها را «دینامیکی»^۲ یا «پیوسته» می‌نامند.

پمپ‌های جابه‌جایی

این پمپ‌ها به دو دسته‌ی «رفت و آمدی» و «گردشی» تقسیم‌بندی می‌گردند.



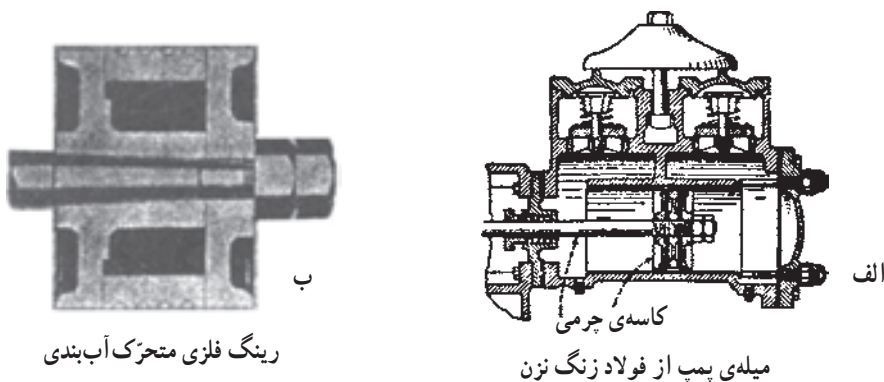
انواع پمپ‌های رفت و آمدی

— پمپ‌های پیستونی: از قدیمی‌ترین پمپ‌های مورد استفاده در صنعت و معدن هستند. در این پمپ‌ها که دارای پیستون و سیلندر هستند، با حرکت پیستون به سمت عقب، دریچه‌ی ورودی

۱— Displacement pumps

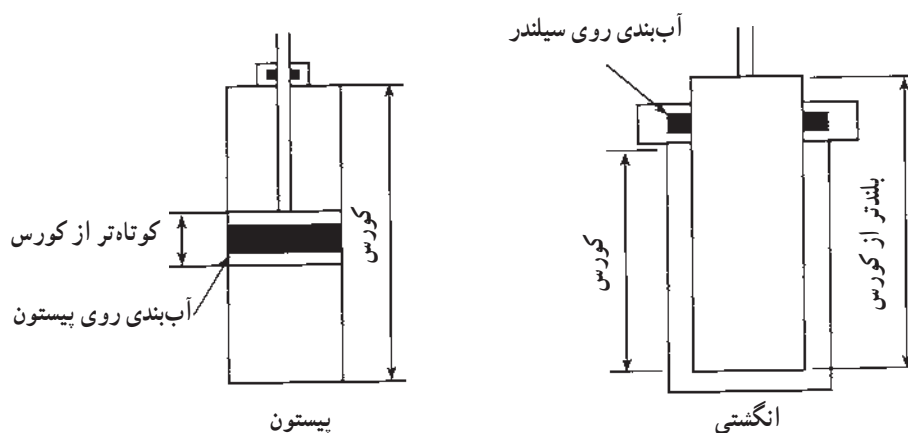
۲— Dynamic pumps

باز و سیال وارد سیلندر می‌گردد و با حرکت پیستون به سمت جلو، دریچه‌ی خروجی باز و سیال با فشار خارج می‌شود. شکل (۸-۵) پیستون و دریچه‌های یک نوع پمپ پیستونی را نشان داده است.



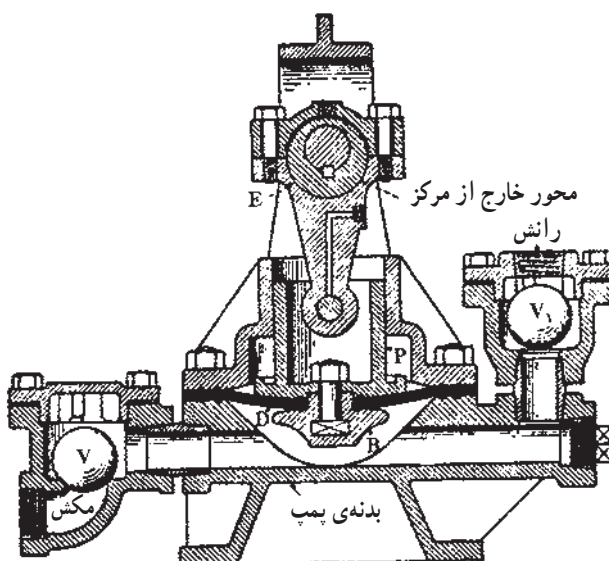
شکل ۸-۵-الف-قسمت‌های مختلف یک پمپ پیستونی
ب- پیستون و رینگ‌های آب‌بند

— پمپ‌های انگشتی: این پمپ‌ها که گاهی مواقع پمپ پلانجری نامیده می‌شوند، دارای طرز کار و سیستم ساختمانی شبیه به پمپ‌های پیستونی هستند و تفاوت آن‌ها فقط در روش آب‌بندی بین پیستون و جدار سیلندر و نیز دریچه‌های ورودی و خروجی است. در شکل (۹-۵) تفاوت این دو پمپ نشان داده شده است.



شکل ۹-۵- تفاوت بین انگشتی و پیستونی

— پمپ‌های دیافراگمی: این پمپ‌ها برای انتقال آب‌های اسیدی و قلیایی و آب‌های محتوی شن و ماسه که تلمبه‌های فلزی را می‌فرسایند، استفاده می‌شوند. این پمپ‌ها دارای دیافراگمی از جنس لاستیک مخصوص هستند که به وسیله‌ی یک انگشتی به طرف بالا و پایین حرکت می‌کنند. البته حاشیه‌ی خارجی لاستیک به وسیله‌ی فلنج به کناره‌های محفظه، پیچ شده است و انگشتی به وسط دیافراگم، متصل است. در بالای دیافراگم، دریچه‌های ورودی و خروجی قرار دارند. در شکل (۱۰-۵) نمای یک نوع پمپ دیافراگمی نشان داده شده است.

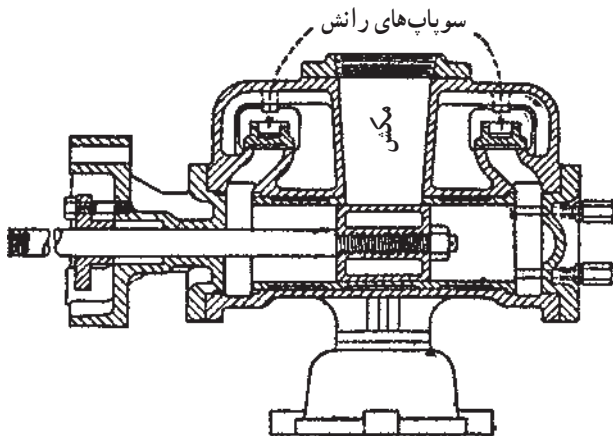


شکل ۱۰-۵ — پمپ دیافراگمی، دارای سوپاپ‌های ساچمه‌ای

جنس دیافراگم از پلاستیک معمولی است D. این دیافراگم به وسیله‌ی صفحه‌ی B به پیستون هدایت کننده‌ی P متصل شده است. دریچه‌های خروجی و ورودی از نوع ساچمه‌ای می‌باشند. طرز کار پمپ، به صورتی است که با بالا رفتن اکسانتریک، دیافراگم بالا می‌رود و در نتیجه در محفظه‌ی پمپ، خلأ ایجاد شده که این مکش، باعث ورود مایع از دریچه‌ی ورودی به داخل محفظه می‌شود. با پایین آمدن اکسانتریک، دیافراگم به طرف پایین فشار آورده، در نتیجه سوپاپ ورودی بسته شده، سوپاپ خروجی باز می‌شود و مایع با فشار از سوپاپ خروجی خارج می‌گردد.

پمپ‌های رفت و آمدی دارای نمونه‌های دیگر نیز هستند و برای آشنایی بیش‌تر، به یک نمونه از آن‌ها در زیر اشاره می‌کنیم.

— پمپ‌های بدون سوپاپ مکش: این نوع پمپ‌ها برای انتقال مایعات حاوی مواد جامد معلق و غلیظ استفاده می‌شود. شکل (۵-۱۱) یک نوع از این پمپ را نشان می‌دهد.



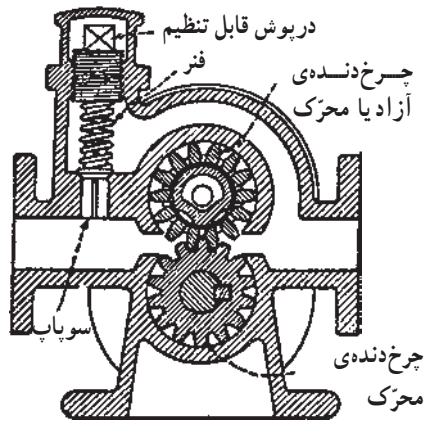
شکل ۵-۱۱ — پمپ بدون سوپاپ مکش برای انتقال مایعات حاوی مواد جامد معلق و غلیظ

این پمپ‌ها سوپاپ مکش ندارند و مایع سنگین از مجرای ناودانی در اثر وزن خود به داخل سیلندر و مقابل پیستون می‌ریزد. وقتی که پیستون در سمت چپ و انتهای کورس خود است، مایع به داخل سیلندر می‌ریزد و با حرکت پیستون به سمت راست، مایع ریخته شده به داخل سیلندر، با فشار پیستون از راه سوپاپ خروجی خارج می‌گردد.

پمپ‌های گردشی

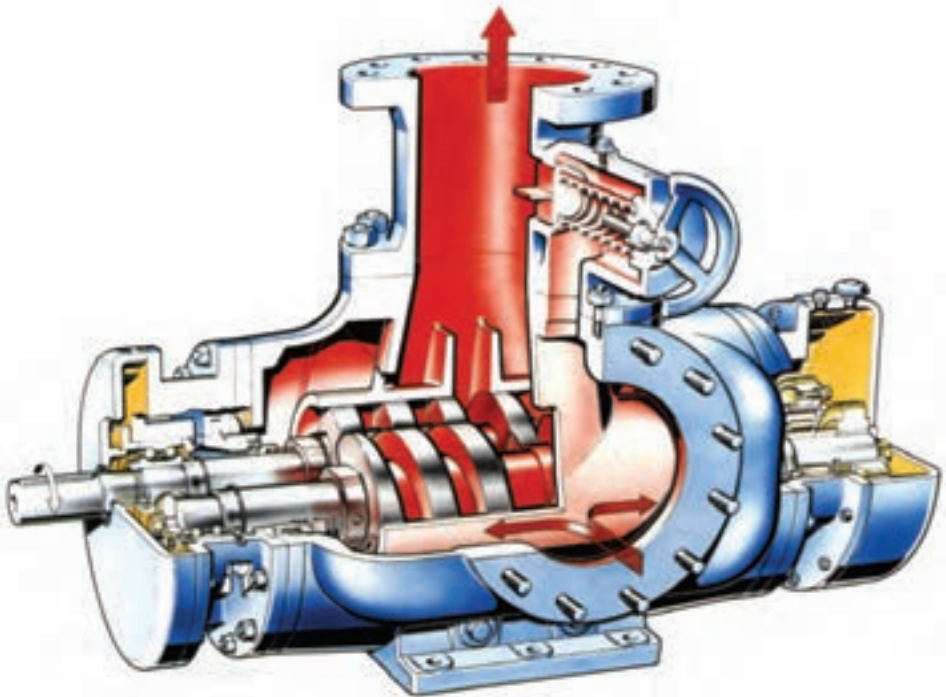
این پمپ‌ها با وجود شباهتی که به پمپ‌های گریز از مرکز دارند، در تقسیم‌بندی جزء پمپ‌های جابه‌جایی هستند. چون سیال در این نوع پمپ‌ها مستقیماً به جلو رانده می‌شود. در این‌جا به چند نمونه‌ی متداول آن‌ها اشاره می‌کنیم.

— پمپ‌های دنده‌ای ساده با دنده‌ی خارجی: در محفظه‌ی این پمپ‌ها، دو چرخ‌دنده‌ی محرک و متحرک قرار دارد. فاصله‌ی بین چرخ‌دنده‌ها و هم‌چنین چرخ‌دنده و محفظه، بسیار کم است. با چرخش چرخ‌دنده‌ها، سیال از دریچه‌ی ورودی کشیده شده، به طرف دریچه‌ی خروجی فشرده می‌شود. ساختمان و جهت حرکت چرخ‌دنده‌ها در شکل (۵-۱۲) نشان داده شده است.



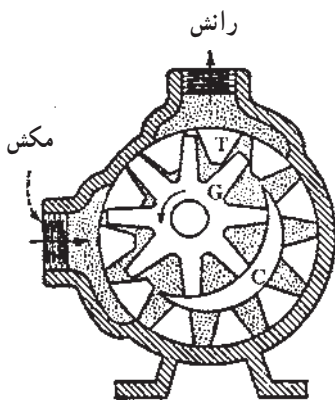
شکل ۱۲-۵ - سوپاپ اطمینان خودکار در پمپ دنده‌ای ساده

این پمپ‌ها بیش‌تر برای انتقال آب‌های لزج که حالت چربی دارند، استفاده می‌گردند. بعضی از انواع آن‌ها دارای چرخ دنده‌های هلیسی هستند. هم‌چنین انواع گوناگون دیگری از آن‌ها وجود دارد که در شکل (۱۳-۵) نوعی از آن‌ها مشاهده می‌گردد.

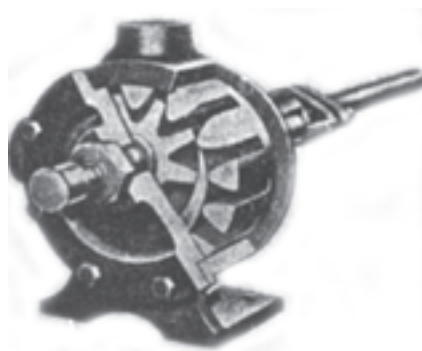


شکل ۱۳-۵ - پمپ دنده‌ای از نوع چرخ دنده‌ای هلیسی

— پمپ‌های گردشی با دنده‌های داخلی: شکل (۱۴-۵) یک نوع از این پمپ‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به جهت گردش که در شکل مشاهده می‌گردد، در قسمت مکش، دنده‌های G از گودی‌های T خارج شده، در نتیجه ایجاد مکش می‌کنند و مایع را به داخل کشیده، آن را به طرف قسمت خروجی راهنمایی می‌کنند. در نزدیکی دریچه‌ی خروجی دنده‌های G وارد گودی‌های T شده، مایع را تحت فشار قرار می‌دهند و به بیرون می‌فرستند.

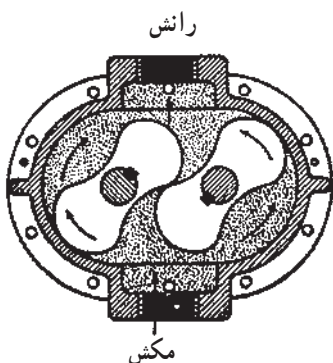


ب — پمپ دورانی از نوع دنده‌های داخلی



الف — برش منظری پمپ دنده‌ای

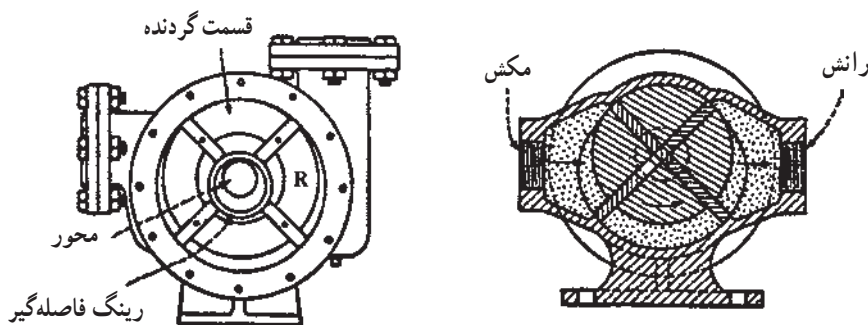
شکل ۱۴-۵



شکل ۱۵-۵ — پمپ دورانی دو گوشواره‌ای

نوعی از این پمپ‌ها به نام «گوشواره‌ای» موسوم‌اند که به جای چرخ‌دنده در محفظه‌ی آن‌ها، قطعاتی به نام گوشواره قرار دارند و طرز کار آن‌ها به‌خوبی در شکل مشخص است. بدین‌گونه که فضای بین گوشواره‌ها در مجاورت دریچه‌ی مکش زیاد شده، در نتیجه، ایجاد خلأ می‌کند و سپس در نزدیکی دریچه‌ی رانش، گوشواره‌ها به هم نزدیک می‌شوند و مایع را تحت فشار به بیرون می‌فرستند شکل (۱۵-۵).

پمپ‌های با پره‌ی لغزان نیز نوع دیگر پمپ‌های گردشی هستند. مقطع یکی از انواع این پمپ‌ها در شکل (۱۶-۵) نشان داده شده است. تیغه‌ها در امتداد شعاع قسمت گردنده که نسبت به محفظه، خارج از مرکز است، می‌توانند بلغزند. با چرخیدن قسمت گردنده، حفره‌ی بین محفظه و قسمت گردنده در قسمت ورودی افزایش یافته، در نتیجه، ایجاد خلأ و مکش می‌نمایند و با کاهش حفره در مجرای خروجی مایع تحت فشار قرار گرفته، خارج می‌شود.

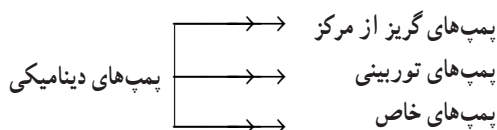


شکل ۱۶-۵ - دو نوع پمپ‌های دورانی با پره‌های لغزنده

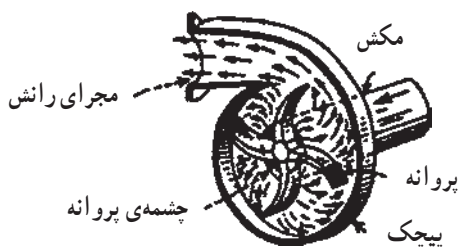
موارد استعمال پمپ‌های گردشی: آب‌دهی این پمپ‌ها یک‌نواخت و تقریباً بدون ضربه است. با توجه به حرکت دورانی معمولاً دارای ساختمان ساده‌تری هستند و فضای کم‌تری را اشغال می‌کنند. قیمت آن‌ها کم‌تر و تعمیر و نگهداری آن‌ها ساده‌تر است. مکش بیش‌تری تولید می‌کنند و در دمای بالا بازده بیش‌تری دارند.

معمولاً هر نوع مایعی را که محتوی ذرات معلق جامد و ساینده نباشد، می‌توان به‌وسیله‌ی پمپ‌های دورانی منتقل کرد. وجود ذرات ساینده در مایع، باعث فرسودگی سریع محفظه و محور گردنده می‌شود. برای رفع این مشکل می‌توان از فیلتر استفاده کرد. این پمپ‌ها مخصوصاً برای انتقال مایعات غلیظ بهتر کار می‌کنند.

— **پمپ‌های دینامیکی:** همان‌طور که قبلاً ذکر شد، در این پمپ‌ها انتقال انرژی به سیال به‌طور دایمی انجام می‌گیرد. تقسیم‌بندی آن‌ها به‌صورت زیر است:



— پمپ‌های گریز از مرکز : همان‌طور که از نام آن‌ها استنباط می‌شود، برای انتقال مایعات از نیروی گریز از مرکز استفاده می‌شود. ساده‌ترین انواع این پمپ‌ها به نام «پیچکی» مشهور است. ساختمان آن‌ها از یک پروانه تشکیل شده که در محفظه‌ی پیچکمانندی می‌چرخند. مایعی که به مرکز این پمپ‌ها می‌رسد، به وسیله‌ی پره‌های پروانه ربوده شده، در اثر گردش سریع پروانه، دارای شتاب می‌شود. در نتیجه سرعت مایع زیاد شده، در اثر نیروی گریز از مرکز، به طرف جدار محفظه و از آن‌جا به سوی لوله‌ی تخلیه هدایت می‌شود. وقتی که مایع از مرکز یا چشمه‌ی پروانه دور می‌شود، از خود خلأیی به جای می‌گذارد و مکش تولید می‌کند؛ در نتیجه جریان یک نواختی در پمپ به وجود می‌آید.



شکل ۱۷-۵ — طرز کار پمپ گریز از مرکز پیچکی



شکل ۱۹-۵ — پمپ گریز از مرکز مجهز به الکتروموتور، مناسب جهت نصب در انواع شرایط مکانی. مناسب برای پمپاژ مایعات با ذرات جامد زیاد که حاوی مواد رگه‌دار و ذرات جامد تا اندازه‌ی ۸۰ mm هستند.

شکل ۱۸-۵ — پمپ گریز از مرکز افقی با سیستم هواگیری خودکار مجهز به الکتروموتور با شاسی و کویلینگ. مناسب برای پمپاژ مایعات بدون ذرات جامد معلق یا مایعات دارای ذرات جامد معلق که اندازه‌ی آن تا ۷۰ mm باشد.



شکل ۲۱-۵ - پمپ گریز از مرکز افقی، مجهز به الکتروموتور. مناسب برای پمپاژ مایعات بدون ذرات معلق یا حاوی ذرات معلق سبک

شکل ۲۰-۵ - پمپ گریز از مرکز عمودی، مجهز به فیلتر و الکتروموتور. مناسب برای پمپاژ مایعات حاوی ذرات معلق سبک

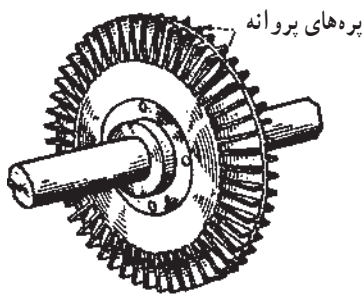


شکل ۲۲-۵ - سیستم های پمپاژ بустری برای تأسیسات معدنی

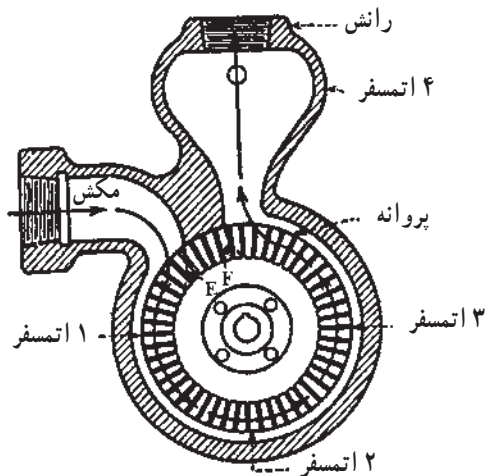
این پمپ‌ها به علت سادگی ساختمان، ارزانی قیمت و قابلیت کار آن‌ها در شرایط گوناگون، متداول‌ترین انواع پمپ‌ها در معادن به‌شمار می‌روند. این پمپ‌ها انواع مختلف با کاربردهای مخصوص به خود دارند شکل‌های (۵-۱۸)، (۵-۱۹)، (۵-۲۰)، (۵-۲۱)، (۵-۲۲) و (۵-۲۳).

پمپ‌های توربینی: تفاوت اصلی بین پمپ‌های گریز از مرکز و توربینی، در ساختمان پروانه‌ی آن‌هاست. در حاشیه‌ی پروانه پمپ‌های توربینی، دو ردیف پره تراشیده شده است که عامل به‌جلو راندن و تحت فشار قراردادن سیال، همین پره‌ها هستند. در نتیجه‌ی چرخیدن پروانه، مایع از مجرای مکش کشیده می‌شود و تقریباً پس از یک دور گردش در کانال حلقوی، مایع دارای سرعت زیادی شده، از مجرای خروجی خارج می‌شود.

همان‌طور که در شکل‌های (۵-۲۳) و (۵-۲۴) ملاحظه می‌نمایید، ساختمان این پمپ‌ها از محفظه و پروانه تشکیل شده است. محفظه دارای دو مجرای خروجی و ورودی بوده، پروانه در محفظه، دارای حرکت چرخشی است. باید توجه کرد که این پمپ‌ها حتماً به سوپاپ اطمینان نیاز دارند.



شکل ۲۴-۵ - پروانه‌ی یک پمپ توربینی که پره‌های شعاعی آن در حاشیه‌ی دو طرف پروانه دیده می‌شود.



شکل ۲۳-۵ - فشاری که به وسیله‌ی پمپ توربینی تولید می‌شود از مجرای مکش تا مجرای رانش به‌طور یکنواخت و تدریجی افزایش می‌یابد.

آب‌کشی فرعی یا موضعی

همان‌طور که دیدیم، برای آب‌کشی اصلی معدن، یک یا چند مخزن اصلی احداث می‌کنند و به وسیله‌ی پمپ، آب را به خارج معدن می‌رانند اما در بسیاری از موارد، ضمن حفر کارهای معدنی جدید، ممکن است به منابع محلی آب برخورد کنیم که لازم شود آب این قسمت به مخزن اصلی هدایت



شود. (این مسئله در معادن زغال سنگ رایج است) در هنگام حفر تونل های مورب و چاه نیز، مسئله ی آب کشی پیش می آید. این گونه عملیات را آب کشی موضعی می نامند شکل (۲۵-۵). در این حالت، ابتدا حوضچه ای که گنجایش آن متناسب با حجم آب هاست احداث شده، از درون آن و به کمک خط لوله، آب را به مخزن اصلی و یا سطح زمین هدایت می کنند.

شکل ۲۵-۵- پمپ آب کشی با استفاده از هوای فشرده برای آب کشی موضعی

آب کشی در معادن روباز

اگر چه آب کشی در معادن روباز اهمیت آب کشی در معادن زیرزمینی را ندارد، با این وجود، از نظر هزینه های استخراج در این نوع معادن نیز درصد قابل توجهی را تشکیل می دهد. حتی در معادن روباز مدرن نیز، هزینه های آب کشی تا همین اواخر تا حد $18/0$ دلار برای استخراج هر تن ماده ی معدنی گزارش شده است. از سوی دیگر، وجود آب در معادن روباز، سبب بالا رفتن هزینه ی نگهداری و سرویس ماشین آلات معدن، در مقایسه با حالت خشک می شود شکل (۲۶-۵).



شکل ۲۶-۵- تجمع آب در معدن روباز

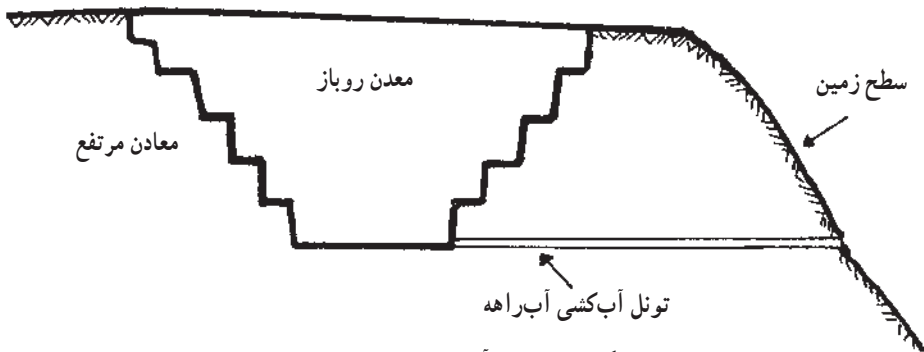
در مورد آب‌کشی از معادن روباز نیز مسایل مشابهی با آنچه که در مورد معادن زیرزمینی گفته شد وجود دارد، ولی در این جا مشکلات محافظت پمپ و تأسیسات آن از صدمات آتش‌باری به مسایل معمولی آب‌کشی اضافه می‌شود. از سوی دیگر ارتفاع آب‌کشی معمولاً به مراتب کم‌تر از معادن زیرزمینی است. طبقات معادن روباز نیز باید کمی شیب داشته باشند تا آب جبهه‌ی کار از درون جوی‌های موجود به سمت یک مرکز هدایت شود. آبی را که به این ترتیب در هر طبقه جمع می‌شود، ممکن است جداگانه از هر طبقه آب‌کشی کرد و یا این که مانند معادن زیرزمینی به کمک نیروی ثقل همه‌ی آن‌ها را در یک نقطه جمع‌آوری کرد و آب‌کشی را از این نقطه انجام داد شکل (۲۷-۵). بسته به موقعیت معدن روباز، آب‌کشی را ممکن است به کمک پمپ، تونل‌های مخصوص و یا سیفون انجام داد که در صفحه‌ی بعد به شرح آن‌ها می‌پردازیم.



شکل ۲۷-۵ - جمع‌آوری آب در معادن روباز

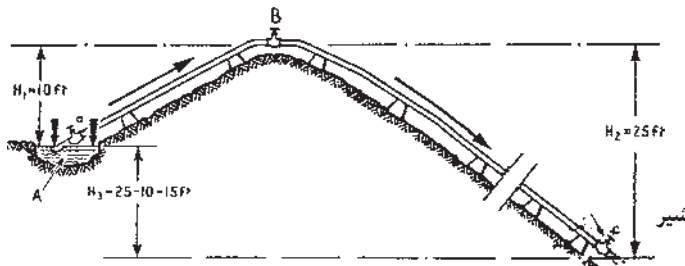
الف - آب‌کشی به کمک پمپ: این طریقه متداول‌ترین روش آب‌کشی از معادن روباز است. در این روش، مخزن یا مخازن آبی در عمیق‌ترین نقطه‌ی معدن احداث شده، آب را از درون آن‌ها به بیرون، پمپاژ می‌کنند. انواع پمپ‌هایی را که شرح آن‌ها گذشت، در این مورد نیز می‌توان به کار برد.

ب - آب‌کشی به وسیله‌ی تونل: در مواقعی که معدن روباز در نواحی مرتفع واقع است و کف آن نیز از زمین‌های اطراف بلندتر باشد، می‌توان آب‌راهی مخصوصی در عمیق‌ترین نقطه‌ی معدن حفر کرده، از درون آن آب را به بیرون هدایت کرد. بدیهی است در مورد معادن زیرزمینی‌ای که در نقاط مرتفع قرار دارند نیز، این طریقه را می‌توان به کار برد. معمولاً از آب‌راه با تونلی که به این منظور حفر می‌شود، این تونل علاوه بر آب‌کشی به عنوان حمل و نقل و رفت و آمد افراد نیز استفاده می‌شود شکل (۲۸-۵).



شکل ۲۸-۵ - آب‌کشی به وسیله‌ی تونل

ج - انتقال آب به وسیله‌ی سیفون: در مناطق ناهموار کوهستانی، که نقطه‌ی تخلیه‌ی آب پایین‌تر از مخزن باشد و بین آن‌ها تپه‌ای نه‌چندان مرتفع وجود داشته باشد، تخلیه‌ی آب را می‌توان با استفاده از سیفون انجام داد. سیفون لوله‌ی خمیده‌ای است که برای جابه‌جا کردن آب بین دو مخزن یا دو محل مختلف از آن استفاده می‌شود. بدیهی است در این زمینه، محدودیت‌هایی وجود دارد شکل (۲۹-۵)؛ اولاً، به‌طوری که گفته شد، محل تخلیه، باید پایین‌تر از مخزن باشد و ثانیاً ارتفاعی که

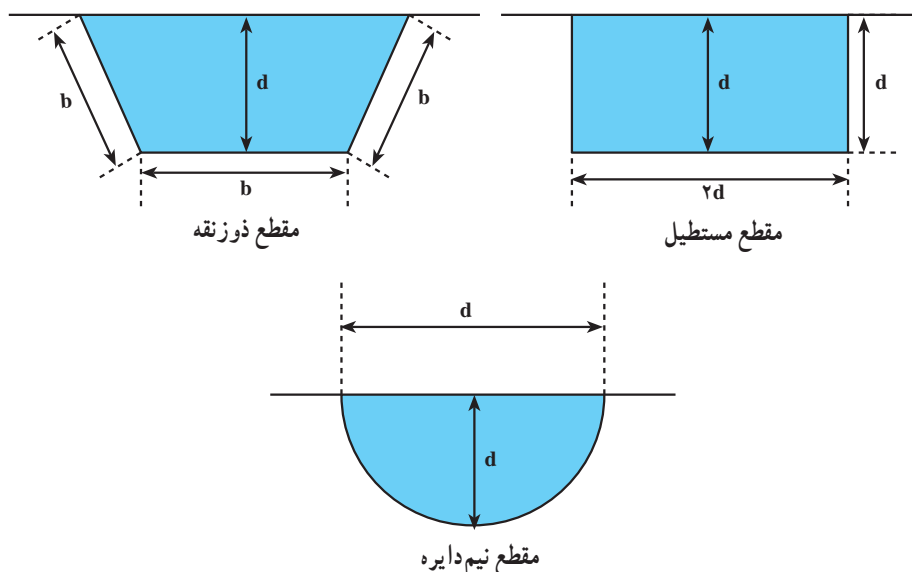


شکل ۲۹-۵ - آب‌کشی به وسیله‌ی سیفون

آب بالا می‌رود و سپس سقوط می‌کند از حد معینی بیش‌تر نباشد. برای شروع کار سیفون، به‌نحوی باید در نقطه‌ی B خلأ تولید کرد. برای این کار، ابتدا شیرهای نقاط مبدأ و مقصد را می‌بندند و به‌وسیله‌ی شیر نقطه‌ی فوقانی، خط لوله را پر از آب می‌کنند. سپس با بستن این شیر و باز کردن شیرهای نقاط مبدأ و مقصد عمل انتقال آب به بیرون معدن را انجام می‌دهند.

مقطع مناسب برای آب‌راه‌ها در معادن روباز

از آن‌جا که در میان شکل‌های هندسی مختلف، با یک سطح ثابت، محیط دایره از همه کم‌تر است؛ لذا مقطع نیم‌دایره مناسب‌ترین شکل کانال‌سازی به‌شمار می‌رود و چون ایجاد مقطع نیم‌دایره، حتماً به دیواره‌سازی و حفاری مناسب نیاز دارد؛ لذا در بسیاری موارد از مقاطع دوزنقه، مستطیل و یا مربع استفاده می‌شود. گرچه مقاطع مستطیل و مربع از نظر حفاری مناسب‌تر هستند، ولی مقطع دوزنقه از نظر حفر و جلوگیری از ریزش دیواره‌ها در مواردی که آب‌راه به‌حالت طبیعی و بدون دیواره‌سازی نگاه‌داری می‌شود، از مقاطع دیگر اقتصادی‌تر است شکل (۳-۵). ثابت شده است که شکل دوزنقه‌ی متساوی‌الساقین، مناسب‌ترین نوع مقطع از نظر فنی و اقتصادی است شکل (۳۱-۵). در مورد مقطع مستطیل، این امر هنگامی که قاعده دو برابر ارتفاع باشد، حاصل می‌شود.



شکل ۳-۵ - انواع مقاطع، برای آب‌راه‌ها



شکل ۳۱-۵ - مقطع دوزنقه‌ای در معادن روباز

آبرسانی در معادن

در اکثر عملیات معدنی استفاده از آب، لازم است. کاربرد آب در عملیات حفاری و چال‌زنی، آتش‌کاری، اطفای حریق، بارگیری، انتقال و تخلیه‌ی سنگ‌ها و کانه‌ها و هم‌چنین در اکثر کارهای خرد کردن و نرم نمودن مواد در کارگاه‌های تهیه‌ی مواد معدنی، بسیار است. به منظور دست‌یابی به بهره‌وری مناسب در چنین عملیاتی ضروری است که آب با فشار مناسب و به مقدار کافی، به طور دائم در نقاط مصرف، تأمین گردد. از این رو برای معدنی که تصمیم به مبارزه با گرد و غبار گرفته می‌شود، باید طرح دقیق سیستم لوله‌کشی آب پیش‌بینی شده، پس از اجرا، وسایل نگهداری مناسب آن آماده گردد.

منابع آب معدن: آب مورد نیاز معادن ممکن است از هر منبع مناسبی تأمین گردد. دست‌رسی به این منابع از طریق آب‌های سطحی در سدهای موقت و دائم، منابع آب‌های زیرزمینی که از شکاف‌های داخل معادن جاری و جمع‌آوری می‌گردد و یا از مجموعه‌ای از این‌ها، قابل تأمین است. در موارد

متعددی که جریان طبیعی آب داخل معدن برای احتیاجات معمولی کافی نباشد، لازم است آب را به داخل معدن ارسال کرده، با استفاده از استخرهای رسوب‌گیری و یا تصفیه، مصرف نمود. انتخاب یک و یا چند نوع از این منابع بستگی به شرایط اقتصادی، سیستم فاضلاب و پمپاژ خواهد داشت.

کیفیت آب: خالص بودن و پاکی آبی که برای جلوگیری از گرد و غبار به کار می‌رود اهمیت فراوانی دارد. آب‌های داخلی معدن ممکن است مقداری گرد به شکل محلول و معلق در خود داشته باشند. وقتی چنین آب‌هایی از داخل آب‌پاش‌ها، دستگاه‌های پودر کننده‌ی آب، وسایل حفاری و چال زنی و ابزارهای مشابه عبور می‌کنند موجب پودر شدن و آزادی این ذرات نرم می‌شوند که خود خطری برای سلامتی محسوب می‌شود. آبی که به منظور مبارزه با گرد و غبار به کار می‌رود نباید به مصرف آشامیدن برسد. به علاوه مواد خارجی معلق در آب موجب کند کردن و مسدود شدن افشانک‌ها یا آب‌فشان‌ها شده و در نتیجه کاهش کارایی آن‌ها را سبب خواهند شد.

آب‌هایی که آزادانه در معدن در حال جریان هستند ممکن است در اثر تماس با «پیریت» یا سایر کانی‌ها خاصیت اسیدی پیدا نمایند و اگر به طور مناسبی تصفیه نگردند موجب خوردگی تأسیسات لوله‌کشی، وسایل حفاری و غیره می‌شوند.

مقدار آب مورد نیاز در معدن: مقدار آب مورد احتیاج، به شرایط معدن کاری مانند ماهیت سنگ یا کانی، شیب و عمق ذخیره‌ی معدنی یا لایه‌ها، مقدار آب طبیعی موجود، تعداد وسایل حفاری و ماشین‌آلات مشابه در حال کار، شرایط آب و هوا، نوع دستگاه‌های مبارزه با گرد و غبار بستگی دارد. مقدار متوسط آب مصرفی برای هر تن استخراج سنگ‌های سخت در حدود $270-180$ لیتر است. اگرچه ارقامی که بسیاری از معادن منتشر کرده‌اند، گاهی تا سه برابر این مقدار را نیز نشان می‌دهند. وجود چنین ارقامی نشان‌دهنده‌ی ضایعات زیاد و کنترل ضعیف است. مقدار آب مصرفی در فرونشاندن گرد و غبار معادن زغال‌سنگ به روش استخراج بستگی دارد. البته در این جا نیز احتیاجات هر محیط متفاوت خواهد بود.

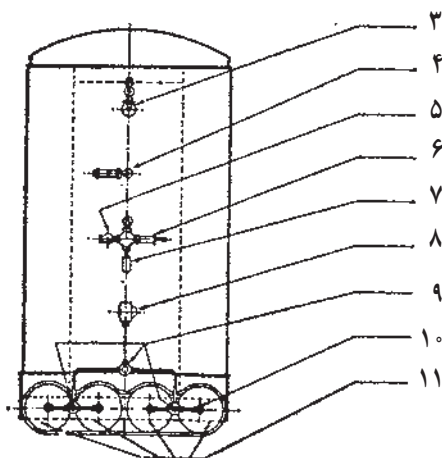
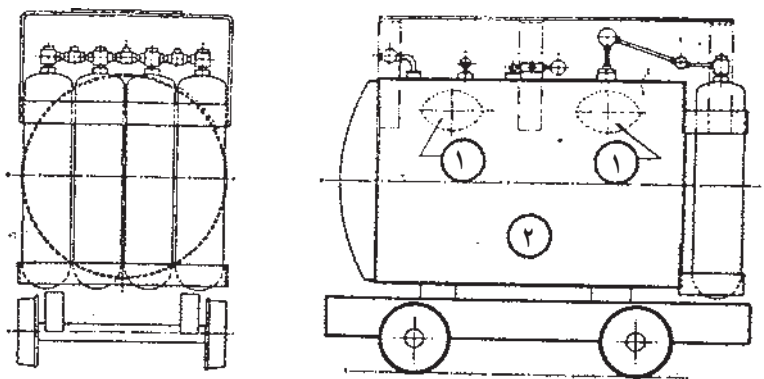
فشار آب: به طور طبیعی، فشار آب مورد لزوم در معدن، بر اساس نوع لوازم در حال کار تغییر می‌کند. به عنوان یک اصل کلی، تأمین آب مراکز مصرف، نظیر آب‌فشان‌ها و آب‌پاش‌ها و شست و شو، باید به نحوی باشد که مقدار فشار در لوله‌های خروجی آب، در حداقل 2 کیلوگرم بر سانتی متر مربع یا دو اتمسفر ثابت بماند. مقدار فشار آب مصرفی وسایل حفاری به اندازه و طرح آن‌ها بستگی خواهد داشت؛ اما در اکثر مواقع، بین 2 تا $3/5$ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است.

لوله کشی آب: سیستم لوله کشی آب در معادن به نحوی طراحی می گردد که قطر لوله با آب عبوری در هر جا متناسب باشد و مخصوصاً مراکز دور دست، برای مصرف، دارای مقدار آب کافی باشند. قطر لوله ها با توجه به فاصله از کارگاه ها و حجم کارهای در دست اقدام نواحی مختلف تعیین می گردد. به عنوان یک راهنمای عمومی، قطر لوله های اصلی، نباید کم تر از ۶ اینچ (۱۵ سانتی متر) و قطر لوله های فرعی که به سینه ی کارهای کارگاه های اختصاصی کشیده شده اند، نباید کم تر از ۵ سانتی متر باشد. سیستم پمپاژ آب، باید مجهز به اتصالات کافی و شیرهای مختلف از جمله شیر آتش نشانی باشد. شیرهای آتش نشانی برای مواقع آتش سوزی است و از این لحاظ پیش بینی ذخیره ی آب کافی برای مواقع اضطراری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نوعی لوله ی خرطومی وجود دارد که از لاستیک و فلز ساخته شده است و برای انتقال آب از لوله ی اصلی به سینه ی کارها، به کار می روند. مزایای این لوله ها، سهولت در نصب و مناسب تر بودن آنها از لوله های غیر قابل انعطاف است.

پمپ های آب کمکی: مواردی وجود دارد که کار در قسمت های عمیق و دور دست معدن در جریان است و فشار معمولی آب برای انجام عملیات حفاری، کافی نیست. در چنین مواقعی با استفاده از پمپ های دیافراگمی که با هوای فشرده کار می کنند و با کمک یک منبع ثابت آب، فشار مورد نیاز را ایجاد می نمایند.

واگن های مخزن دار: اگر به دلایلی امکان اتصال دادن محیط کار دور دست به سیستم آبرسانی معدن وجود نداشته باشد، با استفاده از واگن های مخزن دار می توان آب مورد نیاز را با فشار مناسب تأمین نمود. چنین واگن هایی قادر به تأمین آب مورد نیاز حفاری های کوتاه مدت هستند و فشار لازم به وسیله ی اتصال دستگاه به سیستم هوای فشرده و با استفاده از شیر آب، تأمین می شود. چنین مخازنی هم چنان که در شکل نمایش داده شده است، شکل (۳۲-۵)، در بازار موجود است و یا ممکن است در کارگاه های معدن ساخته شود و ظرفیت آنها باید چنان باشد که قادر به تأمین آب مورد نیاز حفاری یک سری کامل از چاله های سینه ی کار معینی باشند.

در مواردی که دسترسی به هوای فشرده نباشد، می توان دستگاه را به سیلندرهای هوای فشرده مجهز نمود.



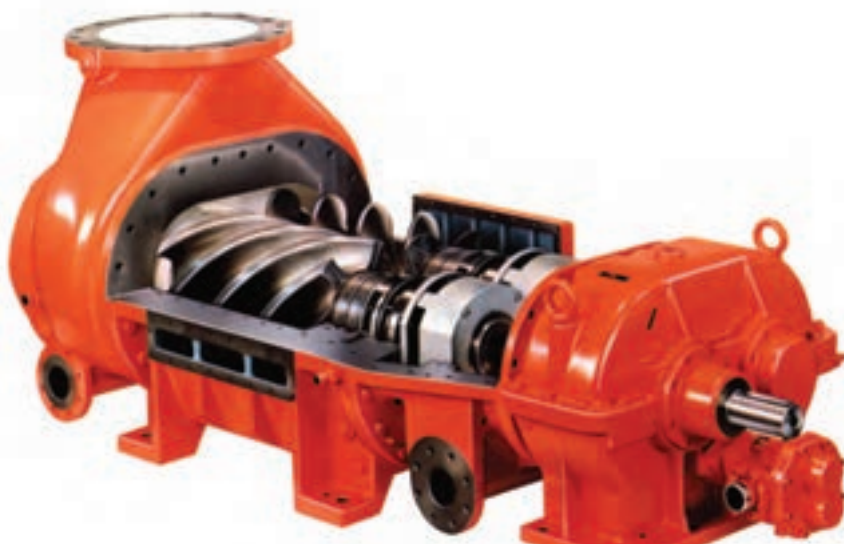
شکل ۳۲-۵- واگن مخزن آب تحت فشار

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| ۷- فشارسنج | ۱- درب‌های بازبینی |
| ۸- تنظیم کننده‌ی فشار | ۲- مخزن آب |
| ۹- شیرهای دو راهه | ۳- شیر ورود هوا |
| ۱۰- شیر کنترل سیلندر هوا | ۴- شیر خروج آب |
| ۱۱- سیلندره‌ای هوای فشرده | ۵- شیر فشارشکن هوا |
| | ۶- دریچه‌ی اطمینان |

خودآزمایی

- ۱- چگونه می‌توان از ورود آب به داخل معدن جلوگیری کرد؟
- ۲- روش‌های کلی خارج کردن آب از معادن زیرزمینی را شرح دهید؟
- ۳- انواع پمپ آب مصرفی در معادن زیرزمینی را نام برده، و جدول انواع پمپ‌ها را بکشید؟
- ۴- پمپ‌های گریز از مرکز را به‌طور کامل شرح دهید؟
- ۵- روش‌های آب‌کشی در معادن روباز را نام برده، توضیح دهید؟
- ۶- روش آب‌رسانی به معادن را به‌صورت مختصر شرح دهید؟

تولید و انتقال هوای فشرده



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- مقدمه‌ای در مورد هوای فشرده و مزایا و مختصات آن بیان کند.
- ۲- چگونگی تولید هوای فشرده به وسیله‌ی انواع کمپرسورها را تشریح کند.
- ۳- تجهیزات مربوط به توزیع هوای فشرده را شرح دهد.
- ۴- شبکه‌ی هوای فشرده را توضیح دهد.
- ۵- مصارف و کاربردهای هوای فشرده را بیان کند.

هوای فشرده

مقدمه

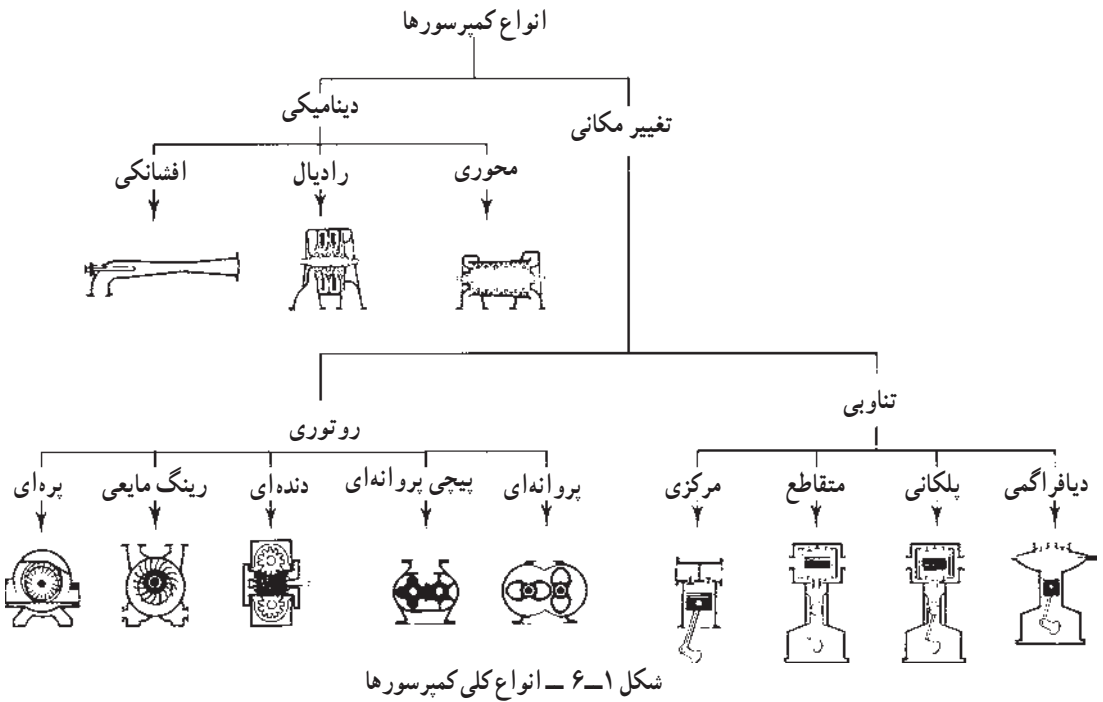
همان‌طور که در برنامه‌ی دروس تکنولوژی استخراج معدن از نظر گذرانیده‌اید، یکی از منابع انرژی مورد مصرف ماشین‌آلات معدنی، که در مواردی حتی برای آن‌ها (تاکنون) جانشینی ابداع نشده، هوای فشرده است. در زندگی روزمره نیز با جنبه‌هایی از کاربرد هوای فشرده روبه‌رو می‌شویم. مثلاً درب‌های اتوبوس‌های حمل و نقل درون شهری به وسیله‌ی سیستم هوای فشرده کار می‌کنند. در داخل معادن نیز زمینه‌ی استفاده از این انرژی بهتر فراهم است؛ زیرا وجود گازهای سمی و انفجارآمیز و محدودیت یا عدم امکان استفاده از انرژی الکتریکی یا موتورهای احتراق داخلی، برای انجام فعالیت‌های معدنی، باعث می‌شود که بتوان هوای فشرده را به عنوان یک انرژی قابل اطمینان و ایمن مورد مصرف قرار داد. در مورد هوای فشرده می‌توان گفت، آزاد شدن مقادیر زیادی هوای منبسط شده و پیوستن آن به جریان تهویه‌ی معدن از یک سو و سهولت انتقال آن از طریق خط لوله به همه جای معدن و در دست‌رس قرار گرفتن آن برای فعالیت‌های مختلف^۱ مزایای فراوانی برای کاربری این انرژی در معدن ایجاد کرده است. هوای فشرده در معدن در محلی به نام کمپرسورخانه به وسیله‌ی ماشین‌های کمپرسور که وظیفه‌ی متراکم کردن هوا و فشرده ساختن آن را بر عهده دارند، تولید می‌شود و سپس از طریق خطوط لوله و تجهیزات جنبی آن به محل مصرف هدایت می‌گردد. به لحاظ ایجاد سر و صدای زیاد کمپرسورها، معمولاً کمپرسورخانه را در بیرون معدن و دور از تأسیسات اداری و مسکونی احداث می‌کنند. در این فصل به بررسی بیش‌تری در زمینه‌ی این انرژی می‌پردازیم.

۱- نظیر حفاری چاله‌ها و کاربرد دستگاه‌های نظیر بپ‌ها، و تیل‌تورها، جرثقیل‌ها، ماشین‌هاوارد و غیره.

تولید هوای فشرده

کمپرسورها: یکی از موارد استفاده‌ی کمپرسورها، تهیه‌ی هوای فشرده‌ی معادن، برای کار دستگاه‌هایی است که با هوای فشرده کار می‌کنند. نیروی محرکه‌ی این کمپرسورها می‌تواند، دیزلی یا الکتریکی باشد. همه‌ی انواع کمپرسورها، امروزه در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند شکل (۶-۱)؛ لیکن ما به شرح کمپرسورهایی که بیش‌تر متداول هستند می‌پردازیم شکل (۶-۲).

قبل از پرداختن به مکانیزم کمپرسورهای متداول، بهتر است نکات لازم را شرح دهیم. تراکم هوا ممکن است یک مرحله‌ای و یا دو مرحله‌ای باشد. به این معنی که در مرحله‌ی اول هوا مقداری فشرده



شکل ۶-۲ - ظرفیت‌های مختلف کمپرسورهای سیار معدنی

شده، (حدود ۳ الی ۴ اتمسفر) و سپس هوای فشرده شده از طریق لوله‌های رابط، وارد مرحله‌ی دوم می‌شود. فشار آن در این مرحله نیز افزایش پیدا کرده، آماده‌ی مصرف می‌گردد. تذکر این نکته لازم است که عموماً بعد از هر مرحله، کمپرسورها، به دلیل گرم شدن، احتیاج به خنک کردن دارند.

نیروی محرکه: نیروی محرکه‌ی کمپرسورها، عموماً توسط موتورهای دیزلی یا برقی تأمین می‌شود. نیروی محرکه‌ی انواع کمپرسورهای متحرک (چرخدار)، توسط موتور دیزلی تأمین می‌گردد و نیروی محرکه‌ی انواع کمپرسورهای ثابت (زمینی)، توسط موتورهای الکتریکی تأمین می‌شود.

کمپرسورهایی که ظرفیت تولید هوای فشرده در آن‌ها کم است، نیروی محرکه از موتور، توسط میل‌گاردان یا تسمه به کمپرسور منتقل می‌شود. کمپرسورهایی که ظرفیت تولید هوای فشرده در آن‌ها زیاد است، نیرو از محور اصلی موتور مستقیماً به کمپرسور منتقل می‌شود. به عبارت دیگر موتور و کمپرسور در یک راستا چسبیده به هم هستند.

مخزن هوای فشرده: هر کمپرسور یک مخزن هوای فشرده دارد که اصولاً هوای فشرده‌ی تولید شده، در آن ذخیره می‌شود. لوله‌ی خروجی مخزن، هوای فشرده را به شبکه‌ی توزیع منتقل می‌کند. در کمپرسورهای بزرگ، هریک از کمپرسورها دارای مخزن جداگانه‌ای است و بین مخازن ارتباط برقرار است به‌طوری که در صورت نیاز، هر کدام را بتوان جهت تعمیر و نگهداری از مدار خارج کرد. در کمپرسورهای کوچک، مخزن و کمپرسور با هم روی یک شاسی سوار می‌شوند.

دلایل نصب مخزن در کمپرسورها عبارتند از:

الف - جلوگیری از تناوب‌های سریع در اثر بار و بدون بار کار کردن کمپرسور؛

ب - ایجاد فشار معین و متعادل در طول خط لوله؛

ج - سرد شدن هوای فشرده و جدا شدن آب و روغن از هوای فشرده؛

د - ذخیره کردن هوای فشرده در مواقعی که مصرف هوای فشرده از تولید کمپرسور بیش‌تر است.

تنظیم کمپرسورها: در مجموع، کمپرسورها باید بتوانند فشار ثابتی را در شبکه‌ی توزیع هوای فشرده ایجاد کنند تا دستگاه‌های مصرف‌کننده با فشار ثابت و استاندارد تغذیه شوند، برای ایجاد این وضعیت بایستی فشارمخزن هوای فشرده در کمپرسور همواره ثابت باشد.

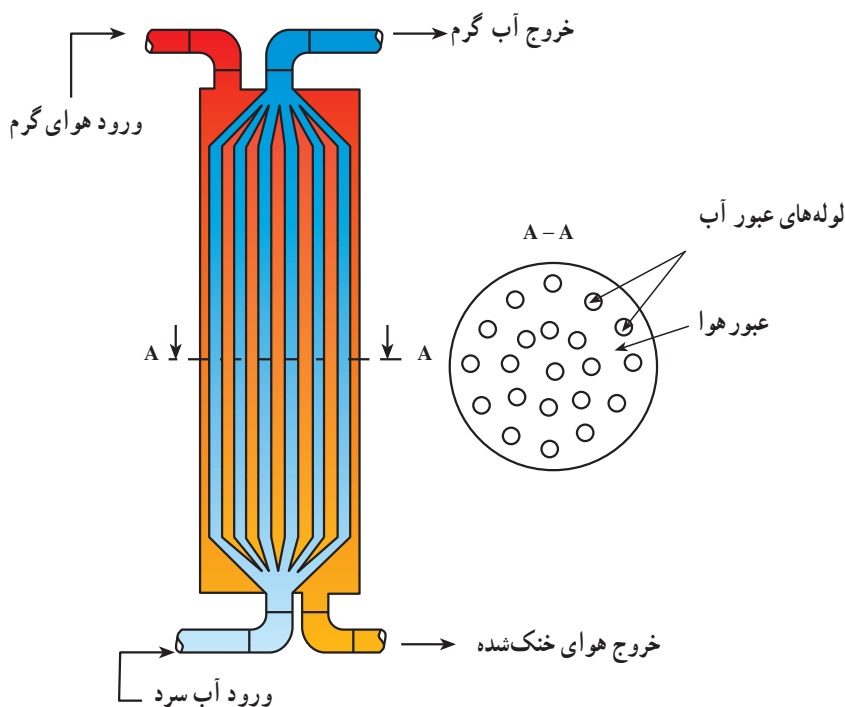
دستگاه رگولاتور، عامل تنظیم‌کننده‌ای است که هماهنگ با مقدار مصرف هوای فشرده، قدرت کمپرسور را زیاد یا کم می‌کند تا فشار مخزن و در نتیجه خط لوله همواره ثابت بماند.

خنک کردن (After Cooler): در اثر تراکم هوا در هر مرحله و بالا رفتن درجه‌ی حرارت هوای فشرده شده برای بالا بردن بازده کمپرسورها، درجه‌ی حرارت آن‌ها را به طرق مختلف پایین می‌آورند:

۱- هوای فشرده شده را وارد رادیاتور کرده، ضمن دمیدن هوا به وسیله پروانه‌ها، درجه‌ی حرارت هوای فشرده شده پایین آورده شده، آماده‌ی ورود به مرحله‌ی دوم و یا مخازن تحت فشار می‌شود.

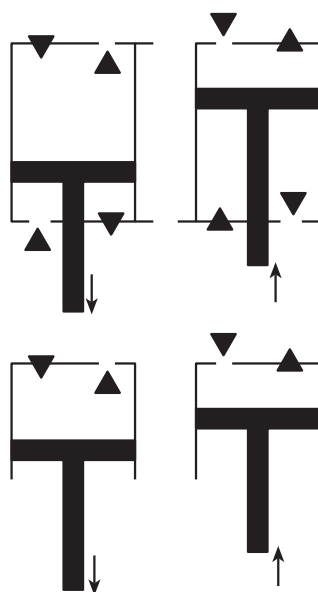
۲- با عبور آب از اطراف لوله‌های هوای فشرده شده، عمل سردسازی انجام می‌شود. به این صورت که هوای متراکم را وارد استوانه‌ی عمودی کرده، آب را از داخل لوله‌ها به وسیله‌ی پمپ عبور می‌دهند. جهت حرکت هوا در داخل لوله‌ها از بالا به پایین و حرکت آب بالعکس از پایین به بالا است؛ در نتیجه در اثر سرد شدن هوای متراکم، درجه‌ی حرارت آب بالا می‌رود که باید با وسایل دیگر، این آب را خنک کرده، برای مصرف دوباره آماده کنند (شکل ۳-۶).

سردسازی داخلی (Inter Cooler): در اثر اصطکاک قطعات کمپرسورها و یا تماس آن‌ها با هوای در حال تراکم، یا انبساط (از قبیل پیستون، سیلندر و غیره) این قطعات به خنک کردن احتیاج پیدا می‌کنند. خنک کردن کمپرسورها نیز مانند موتورهای دیزلی یا بنزینی از طریق عبور هوای اطراف آن‌ها برای کمپرسورهای با ظرفیت کم، یا عبور آب از اطراف سیلندرهای کمپرسورها، برای کمپرسورهای با ظرفیت زیاد صورت می‌گیرد.



شکل ۳-۶- خنک کردن هوای فشرده

کمپرسورهای پیستونی: این کمپرسورها در وضعیت ساده از یک سیلندر تشکیل شده‌اند که پیستون در داخل آن قرار گرفته و حرکت رفت و برگشتی دارد. نیروی تولید شده، توسط موتور به میل‌لنگ کمپرسور، و از آنجا به شاتون و بعد به پیستون منتقل می‌شود. با حرکت رفت و برگشتی پیستون، هوا مکیده می‌شود و سپس با فشار رانده شده و در مخزن ذخیره می‌شود. هر سیلندر کمپرسور دارای حداقل دو سوپاپ است هنگام پایین رفتن پیستون سوپاپ مکش باز و سوپاپ دمش بسته می‌شود و هنگام بالا آمدن پیستون هوای مکیده شده فشرده شده سوپاپ مکش بسته و سوپاپ دمش باز می‌شود. طرز قرار گرفتن سیلندرها در کمپرسورهای پیستونی، در شکل (۶-۵) آمده است. ممکن است که کمپرسورهای پیستونی، یک طرفه باشد؛ به این صورت که در یک رفت و برگشت پیستون یک عمل مکش و دمش صورت گیرد به این ترتیب سوپاپ‌های مکش و دمش در بالای پیستون قرار دارند. در صورتی که کمپرسور، دو طرفه باشد، به هنگام پایین رفتن پیستون، هم زمان در روی پیستون عمل مکش و در زیر آن عمل دمش و در برگشت آن در زیر پیستون محل مکش و در روی آن عمل دمش صورت می‌گیرد شکل (۶-۴).



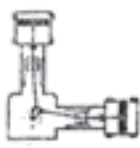
الف — کمپرسور پیستونی دو طرفه

ب — کمپرسور پیستونی یک طرفه

شکل ۶-۴



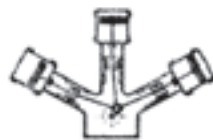
خطی



تیپ L

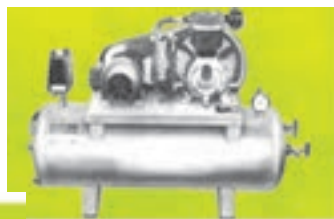


تیپ V



تیپ W

الف

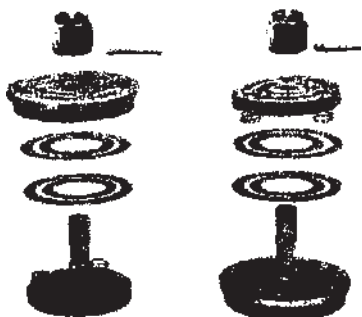


ب
شکل ۵-۶ - انواع کمپرسورهای پیستونی

الف - انواع تیپ‌های کمپرسور پیستونی

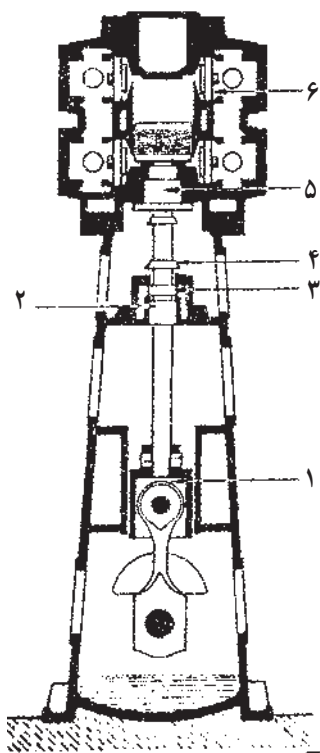
ب - انواع کمپرسورهای پیستونی

شکل سوپاپ‌های مکش و دمش مطابق شکل زیر است و از دو صفحه‌ی مشبک که بین آن‌ها صفحات حلقوی قرار می‌گیرند، درست شده است. صفحات حلقوی تحت نیروی فنر به جای اولیه‌ی خود برمی‌گردند این صفحات، باید کاملاً روی صفحات مشبک آب‌بندی باشند، در غیر این صورت بازده کار کمپرسور کاهش می‌یابد شکل (۶-۶).



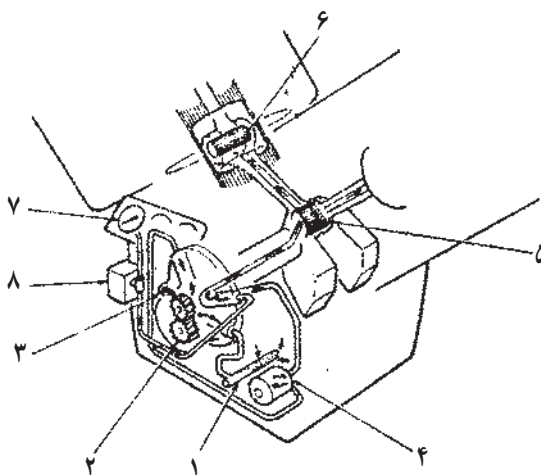
شکل ۶-۶ - سوپاپ‌های مکش و دمش

سیستم روغن کاری کمپرسورهای پیستونی مانند موتورهای بنزینی و دیزلی است (شکل ۶-۷). لیکن در کمپرسورهای پیستونی دو طرفه، چون امکان روغن کاری گزنپین و پیستون وجود ندارد، روغن کاری جداره‌ی پیستون به وسیله‌ی سیستم جداگانه‌ای صورت می‌گیرد. اگر از پمپ روغن کارتر استفاده شود، باید با کانال‌های جداگانه‌ای، روغن رسانی به جداره‌ی سیلندر انجام پذیرد. جهت اطلاع بیش‌تر از کمپرسورهای پیستونی، شکل (۶-۸) یک نوع کمپرسور پیستونی یا پیستون دندانه‌ای دو طرفه را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۸ - کمپرسور پیستونی با پیستون دندانه‌ای دو طرفه

- ۱- میل‌لنگ
- ۲- بوش راهنما
- ۳- روغن پاک‌کن
- ۴- حلقه‌ی برگردان روغن (شبه کاسه نمد)
- ۵- جعبه‌ی آب‌بندی (کاسه نمد)
- ۶- سوپاپ‌های صفحه‌ای



شکل ۶-۷ - اجزای روغن کاری کمپرسور پیستونی

- ۱- فیلتر روغن
- ۲- پمپ روغن چرخ‌دنده‌ای
- ۳- اضافه‌ی جریان روغن
- ۴- صافی روغن
- ۵- یاتاقان میل‌لنگ
- ۶- گزنپین
- ۷- درجه‌ی فشارسنج روغن
- ۸- کلید فشار روغن

کمپرسورهای پیچی: رایج ترین کمپرسورهای هوای فشرده در معادن، کمپرسورهای پیچی هستند شکل (۹-۶). در انواع کمپرسورهای روتوری، این کمپرسورها از راندمان بالایی برخوردار هستند. شکل (۱۰-۶) اصول کار این کمپرسور را نشان می دهد.



شکل ۱۰-۶- اصول کار کمپرسور پیچی

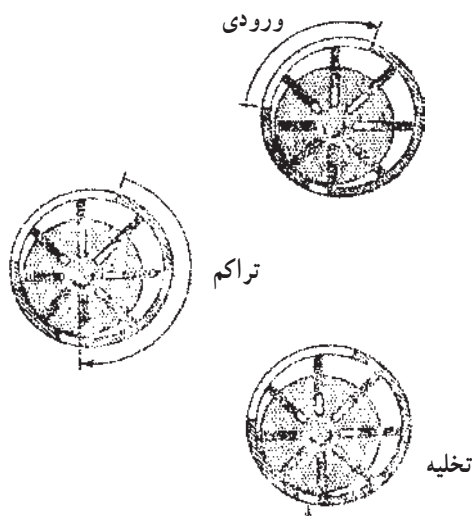
قسمت اصلی این کمپرسورها از دو استوانه ی پیچی شکل (روتورها) که درون یک پوسته، باهم درگیر هستند، تشکیل شده است. شکل ظاهری پیچ دو استوانه با هم یکسان نیست. به همین علت وقتی باهم درگیر می شوند، یکی در داخل دیگری جای می گیرد و در اثر گردش دو استوانه ی پیچی شکل در خلاف جهت یکدیگر، هوای موجود در بین آن ها به تدریج به جلو رانده می شود و در خلال این رانش حجم هوا رفته رفته کاهش یافته و فشار آن افزایش می یابد. عدم وجود سوپاپ مکش و دمش در کمپرسورهای پیچی و نبودن نیروهای مکانیکی غیرتعادلی، کار کمپرسورهای پیچی را در سرعت های بالا امکان پذیر می سازد. در نتیجه این کمپرسورها، ظرفیت یا دبی زیادی نسبت به ابعادشان دارند. این کمپرسورها معمولاً برای واحدهای بار اصلی، کاربرد دارند. تنظیم ظرفیت و یا تخلیه ی بار کمپرسور، معمولاً به وسیله ی سوپاپ قطع کننده ی (Shot-off) هوای دریافتی کمپرسور انجام می شود. لوله ی خروج هوای فشرده شده با یک سوپاپ کنترل، که زمان قطع عبور هوا بسته می شود کامل شده است.



شکل ۹-۶- روتورهای کمپرسور پیچی

ظرفیت تولید، می تواند به وسیله ی تغییر سرعت اولیه تنظیم شود. سوپاپ کنترل تعبیه شده در لوله ی خروج هوای فشرده، برای جلوگیری از کار کمپرسور به صورت موتور (برای زمانی که کمپرسور زیر بار، خاموش شود) نصب گردیده است. برای استفاده از کمپرسور قابل حمل و نقل (Portable) و هم چنین برای ظرفیت های پایین، توزیع روغن امکان پذیر است. روغن تزریقی و سیستم گیرنده ی روغن، مشابه کمپرسورهای پره ای است (شکل ۱۱-۶). جریان خنک کردن کمپرسور به وسیله ی آب از طریق بدنه ی کمپرسور می باشد. جریان خنک کنندگی آب، برای خنک کردن بلبرینگ، از طریق عبور از اطراف بلبرینگ ها صورت می گیرد.

کمپرسورهای پره ای: کمپرسورهای پره ای از نوع کمپرسورهای تک محوری با تغییر نسبت فشار داخلی ساخته شده اند. شکل (۱۱-۶) سیکل کار یک کمپرسور پره ای را نشان می دهد. یک روتور با پره های قابل حرکت شعاعی، در داخل محفظه ی استاتور (بدنه) به طور خارج از مرکز، قرار دارد. زمانی که روتور می چرخد، پره ها تحت نیروی گریز از مرکز به دیواره ی استاتور می چسبند (پرس می شوند) هوای گرفته شده به داخل کمپرسور به فضای بین پره ها، جایی که روتور بیشترین حالت خارج از مرکز را داراست، وارد شده، در شکاف بین دو پره قرار می گیرد. هم چنان که روتور می چرخد، فضای بین دو پره کاهش یافته، هوا متراکم می شود و این تراکم تا زمان تخلیه ادامه دارد. هوای فشرده شده، به وسیله ی پره ها، تخلیه می گردد. جنس پره ها از ورقه های اشباع شده ی صمغ و «اسید کاربولیک» با فرمول شیمیایی (C_6H_5OH) ، آزیست و یا الیاف پنبه ای است. برای روغن کاری به صورت آزاد، از پره های برنزی یا کربن (گرافیت) استفاده می شود. با تزریق روغن زیاد به محفظه ی تراکم، امکان روغن کاری کاسه نمد و خنک کردن هم زمان آن ها وجود دارد.



شکل ۱۱-۶- طرز کار یک کمپرسور پره ای

تجهیزات مربوط به توزیع هوای فشرده در معدن

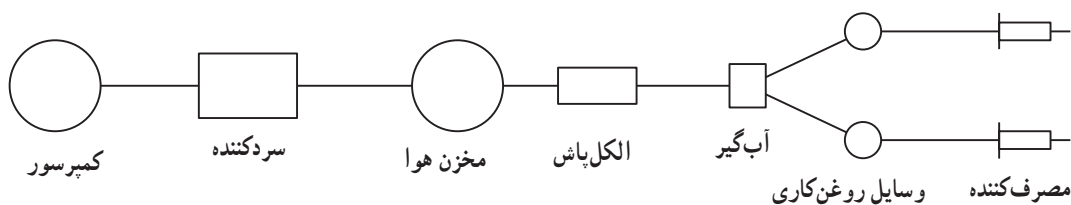
در این قسمت به بررسی تجهیزات مربوط به توزیع هوای فشرده که بین واحدهای تولیدکننده‌ی هوای فشرده و مصرف‌کننده‌ها قرار می‌گیرند، می‌پردازیم شکل (۱۲-۶).



شکل ۱۲-۶- تجهیزات توزیع هوای فشرده

محل کمپرسور در معدن: در معادن، معمولاً مکان مخصوصی را برای تولید هوای فشرده در نظر می‌گیرند که به آن کمپرسورخانه می‌گویند. مجموعه‌ی کمپرسورها در این مکان، به‌صورت ثابت بر روی فونداسیون بتنی و گاهی اوقات غیر ثابت، بر روی چرخ قرار دارند. معمولاً تعداد کل کمپرسورها از تعداد کمپرسورهای در حال کار کردن بیش‌تر است بدین ترتیب عمل تعمیر و نگهداری به‌خوبی انجام می‌شود محل کمپرسورخانه همان‌طور که قبلاً اشاره شد دور از تأسیسات اداری و مسکونی و بیرون از معدن قرار دارد. در مورد کمپرسورهای ثابت و غیر ثابت یا چرخدار یادآوری می‌شود که بر روی سطح صاف و تراز شده مستقر هستند. در بعضی مواقع، کمپرسورهای کوچک الکتریکی را، نزدیک کارگاه‌ها، به کار می‌برند. بدیهی است کمپرسورهای الکتریکی، در معادن زغال‌دارای گاز متان و گرد زغال، مواجه

با اشکالاتی می‌شوند به این جهت غالباً از به کار بردن آن‌ها در چنین معادنی خودداری می‌شود. در شکل‌های (۱۳-۶) و (۱۴-۶) ترتیب قرار گرفتن تجهیزات توزیع هوای فشرده از محل تولید تا مصرف نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۶ - ترتیب قرار گرفتن تجهیزات هوای فشرده



شکل ۱۴-۶ - به وضعیت قرار گرفتن گردگیر، در ارتباط با تجهیزات هوای فشرده توجه کنید.

شبکه‌ی هوای فشرده: معمولاً سعی بر این است که بین مرکز تولید هوای فشرده و ابتدای بخش‌های معدنی، لااقل دو خط لوله نصب شود و انشعاب‌های بخش‌ها به طریقی تعبیه گردد که انتهای آن‌ها به یک‌دیگر مربوط شود؛ شکل (۶-۱۷). بنابراین اگر ایرادی در یک نقطه از مدار به وجود آید، آن قسمت را از مدار خارج کرده، از مدار دیگر استفاده می‌کنند. به این ترتیب مدار هوای فشرده‌ی معدن، همواره قابل استفاده خواهد بود. لوله‌ها را در محلی نصب می‌کنند که برای افراد، خطری نداشته باشد و مانع عبور و مرور وسایل باربری نشود. لوله‌ها باید جدا از دیواره‌ی کارهای معدنی و به فاصله‌ی کمی از وسایل نگه‌داری نصب شود.

قطر لوله‌ی هوای فشرده: قطر لوله‌ها، باید به اندازه‌ای باشد که همواره حتی در دورترین نقطه‌ی معدن، فشار هوا برای کار عادی ماشین مصرف‌کننده، کافی باشد. مهندس معدن قطر هر قسمت از لوله‌کشی را به طور جداگانه محاسبه می‌کند و در آن حداکثر گذر هوا را منظور می‌نماید. برای لوله‌های اصلی و برای نوبت کاری که فعالیت بیش‌تری در معدن می‌شود، حداکثر را پیش‌بینی می‌کنند، ولی اگر این قاعده را در حساب لوله‌های بخش‌ها مراعات کنند، قطر آن‌ها از حد معمول کوچک‌تر می‌شود و چون افت فشار آن زیاد خواهد شد، بهتر است حد وسط بین حداکثر مصرف و مجموع مصارف در طرح توسعه، در محاسبات در نظر گرفته شود. سرعت حرکت هوا در لوله‌های هوای فشرده ۹ تا ۱۰ متر بر ثانیه است.

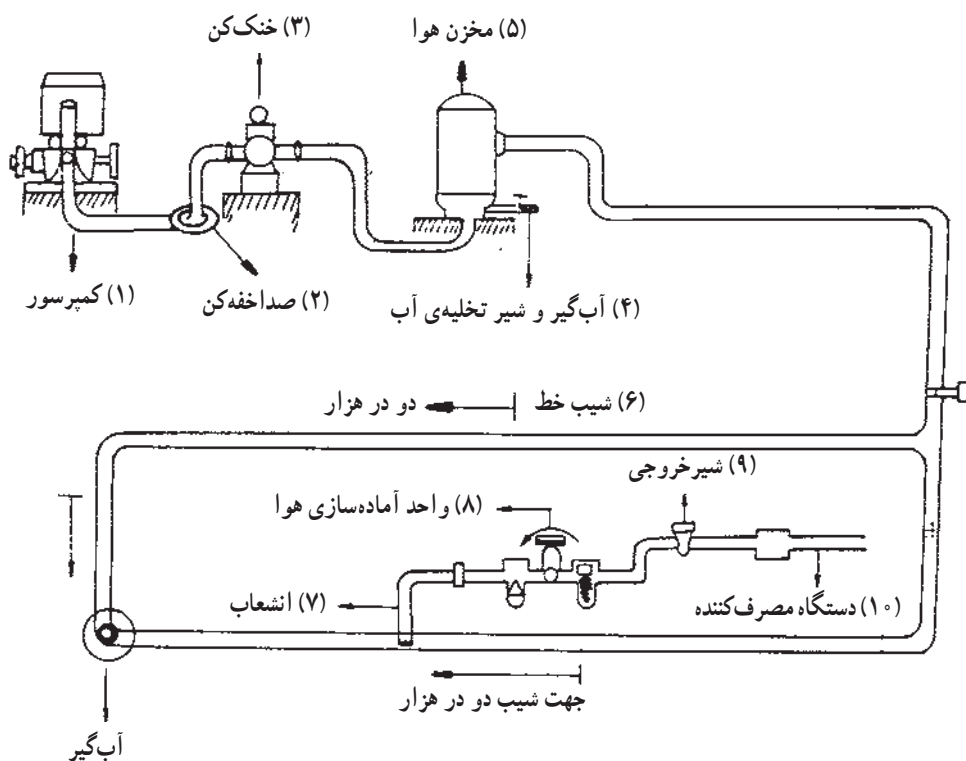
لوله‌کشی هوای فشرده: در لوله‌کشی هوای فشرده، ابتدا لوله‌ی بزرگ‌تر و بعد لوله‌های کوچک‌تر را به کار می‌برند. اتصال لوله‌ها با قطر متفاوت به یک‌دیگر از طریق دو راهه‌های مخروطی شکل انجام می‌شود. انشعاب‌ها را با سه راهی‌های منحنی اتصال می‌دهند. لوله‌ها را در نزدیک اتصالی‌های شان به وسیله‌ی زنجیر به سقف راه‌روها می‌آویزند. لوله را در طرفی قرار می‌دهند که جوی آب گالری در کنار آن باشد.

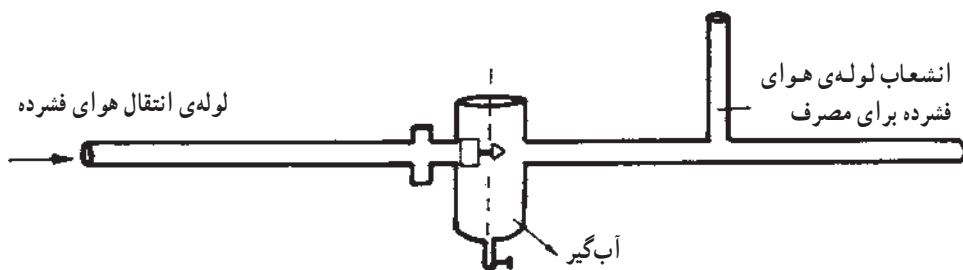
قطر داخلی و اشرها، باید برابر قطر داخلی لوله باشد، به طوری که به داخل لوله، پیش رفتگی پیدا نکند. دهانه‌ی شیرهای انشعابات را به طرف بالا قرار می‌دهند، طوری که آب به داخل انشعاب راه نیابد. شبکه‌ی لوله‌ها باید دارای چند دستگاه تخلیه‌ی آب باشد که بعداً آن را شرح خواهیم داد. این دستگاه باید در پایین‌ترین نقاط شبکه قرار گیرد.

مصارف هوای فشرده در معادن روباز: هوای فشرده در معادن روباز، معمولاً برای چال‌زنی به کار می‌رود. مهم‌ترین مصرف‌کننده‌های هوای فشرده در معادن روباز، عبارت‌اند از: دستگاه‌های حفاری پنوماتیکی دستی و ماشینی که به صورت ضربه‌ای، چرخشی و ضربه‌ای چرخشی کار می‌کنند.

این دستگاه‌ها یا برای حفاری و یا برای استخراج سنگ‌های قابل استخراج با ابعاد منظم به کار می‌روند. فشار هوای مصرفی در معادن روباز، بین ۵ تا ۷ اتمسفر است. دریل واگن‌ها بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌های هوای فشرده در معادن روباز هستند. قانون لوله‌کشی شبکه‌ی هوای فشرده در معادن روباز، همانند لوله‌کشی معادن زیرزمینی است.

دستگاه تخلیه‌ی آب: هوای فشرده دارای بخار آب و ذرات ریز آب به شکل مه است که در کف لوله‌ها جمع شده، به طرف پایین جریان پیدا می‌کند. وجود آب در لوله‌ها، موجب زنگ‌زدگی لوله‌ها شده، غالباً ذرات زنگ را به داخل ماشین‌های مصرف‌کننده می‌کشانند. به علاوه چون منجمد می‌شود، در کار ماشین‌های مصرف‌کننده، اختلال به وجود می‌آورد؛ بنابراین در پایین‌ترین نقطه‌ی لوله‌کشی هر بخش، یک مخزن و یک وسیله‌ی تخلیه‌ی آب قرار می‌گیرد (شکل ۱۵-۶). برای ایجاد انشعاب در لوله‌ی هوای فشرده به طرف بالا و پایین، باید دقت شود تا حتی المقدور آب نتواند به انشعابات نفوذ کند (شکل‌های ۱۶-۶ و ۱۷-۶).





شکل ۱۶-۶ - انشعاب برای محل کار بالا



شکل ۱۷-۶ - انشعاب برای محل کار پایین

طرز استفاده از شبکه‌ی هوای فشرده: ماشین‌های مصرف‌کننده‌ی هوای فشرده را با لوله‌های نرم که «شیلنگ» نام دارد، به شبکه متصل می‌کنند. چون افت فشار در شیلنگ‌ها نسبت به لوله‌های فلزی زیادتر است، باید ترتیبی داده شود که طول شیلنگ‌ها به حداقل ممکن کاهش یابد. برای متصل کردن ماشین مصرف‌کننده به لوله‌ی شبکه، ابتدا شیلنگ را به شیر شبکه مربوط می‌کنند و شیر را کمی باز می‌کنند تا درون شیلنگ کاملاً پاک شود؛ سپس آن را به ماشین وصل کرده، شیر را به تدریج باز می‌کنند. شیلنگ اضافی را حلقه می‌کنند و به دیواره‌ی کارگاه‌ها می‌آویزند، چنان‌که تا خوردگی و خم پیدا نکند. هنگام استفاده از ماشین‌ها دقت می‌کنند که سوراخ‌های خروجی هوا کاملاً باز باشد. در ابتدا و انتهای هر نوبت کار و یک یا دو مرتبه در جریان کار، باید آب درون دستگاه تخلیه‌ی آب خالی شود. برای انجام هرگونه تعمیر در شبکه‌ی هوای فشرده، باید آن قسمت از شبکه را از بقیه جدا کرده، نسبت به لوله‌های بدون هوای فشرده تعمیرات لازم را انجام داد. هر تعمیر کار، باید مجهز به عینک محافظ باشد و پس از هر تعمیر، لوله را آزمایش کند. برای آزمایش ایمنی، در این زمان به مدت حداقل ۵ دقیقه، باید تعمیرکاران بتوانند در حدود ۱۵ متر از لوله دور شده باشند.

مصارف هوای فشرده: موارد مصارف هوای فشرده بسیار زیاد است و ساده‌تر از همه، به کاربردن هوا برای حمل سیالات است. در ماشین‌های «ضربه‌ای» و یا در موتورهای «پنوماتیکی» از هوای فشرده به مقدار زیاد استفاده می‌شود. در زیر به تعدادی از مصارف هوای فشرده اشاره می‌کنیم.

تهیه‌ی آب تحت فشار: جهت به دست آوردن آب تحت فشار برای تزریق در چاه‌ها، مخزنی به ظرفیت ۵۰ تا ۱۰۰۰ لیتر تهیه می‌کنند که طرف بالا به لوله‌ی هوای فشرده مربوط است و آب داخل مخزن را با لوله به محل مصرف که باید نزدیک باشد، حمل می‌کنند.

حمل مواد مختلف: امروزه دوغاب سیمان، بتون، روغن و یا خاک را می‌توان با هوای فشرده، حمل و نقل کرد.

تهویه‌ی فرعی: در موارد استثنایی، هوای فشرده را در تهویه‌ی فرعی، به وسیله‌ی دستگاه‌های افشانکی به کار می‌برند.

آب‌کشی: برای منتقل کردن آب‌های گل‌آلود، از کارگاه‌ها، از پمپ‌هایی استفاده می‌کنند که با هوای فشرده کار می‌کنند. به علاوه برای آب‌پاشی نیز از هوای فشرده استفاده می‌شود شکل (۱۸-۶).



شکل ۱۸-۶- استفاده از پمپ با هوای فشرده

فرمان‌ها: برای فرمان بعضی از وسایل موتورهای پنوماتیک پیستونی با عمل ساده یا مضاعف در دستگاه‌هایی مانند سوزن‌های راه‌آهن - علایم راه‌آهن - فشاردهنده‌ی واگن - فرمان ضامن‌ها - درهای تهویه و ... از هوای فشرده استفاده می‌شود.

ماشین‌های استخراجی: برای به کار انداختن - پیکور - پرفراتور - پرفراتوریس واگن دریل - ماشین‌های لرزاننده وینچ‌ها از هوای فشرده استفاده می‌شود.

مصارف دیگر هوای فشرده: هوای فشرده در امر ایمنی مؤثر است آذیرهای خطر و تعویض نوبت کار از این جمله اند هنگامی که هوای معدن قابل تنفس نباشد می توان از ماسک های مخصوص تنفسی با استفاده از هوای فشرده عمل کرد. هنگامی که قسمتی از سقف کار بن بست معدنی فرو ریخته و نمی توان با نفرات به دام افتاده ارتباط برقرار کرد رساندن هوا آب و غذا از طریق لوله ی هوای فشرده امکان پذیر است.

خصوصیات شیلنگ های هوای فشرده:

- ۱- قابلیت حمل و نقل ؛
 - ۲- قابلیت انعطاف ؛
 - ۳- مقاوم در برابر ضربه فشار و اثر خورنده ها (مثل روغن) ؛
 - ۴- مقاوم در برابر دماهای قابل توجه ؛
 - ۵- قابلیت اتصال راحت به وسیله ی سر شیلنگ ها.
- منظره ی عمومی کاربرد شیلنگ ها در معدن در شکل های (۶-۱۹) و (۶-۲۰) مشاهده می شود.
- بست های مختلفی برای آب بندی کردن شیلنگ ها و سر شیلنگ ها وجود دارد که در شکل های (۶-۲۱) و (۶-۲۲) مشاهده می شود.



شکل ۶-۲۰ - منظره ی عمومی کاربرد شیلنگ های هوای فشرده در معادن روباز



شکل ۶-۱۹ - منظره ی عمومی کاربرد شیلنگ های هوای فشرده در معادن زیرزمینی



الف - کوپلینگ برای اتصال دو شیلنگ



ب - انواع کوپلینگ



ج - اتصال دو شیلنگ توسط یک کوپلینگ، یک واسطه و یک سر شیلنگ



د - اجزای اتصال کوپلینگ به شیلنگ



و - بست پیچ و مهره ای شیلنگ از جنس گالوانیزه



ه - رابط شیلنگ با اتصال پیچی خارجی



ب - گیره‌ی قفل اتصال شیلنگ



الف - بست شیلنگ



د - نوعی کوپلینگ که با سرعت، باز و بسته می‌شود.



ج - شیلنگ مخصوص هوای فشرده



و - کوپلینگ ساده‌ی شیلنگ با دو بست



ه - کوپلینگ پیچی و شیلنگ با یک بست اتصال



ز - اجزای مورد «و»

شکل ۲۲ - ۶ - تجهیزات توزیع هوای فشرده

وسایل جلوگیری از یخ زدن آب در هوای فشرده: قبل از این که آب موجود در خط لوله‌ی هوای فشرده به آب گیر برسد، اگر دمای خط لوله کم تر از صفر درجه‌ی سانتی گراد باشد، یخ می‌زند. برای جلوگیری از یخ زدگی، مقداری ضدیخ به روغن‌ی که برای روغن کاری وسایل مصرف کننده به کار می‌رود، افزوده می‌شود. راه دیگر آن است که از دستگاه الکلی پاش استفاده شود. با استفاده از ضدیخ یا الکلی، می‌توان نقطه‌ی انجماد آب را به مقدار قابل توجهی پایین آورد. از طرفی استفاده‌ی بیش از حد مجاز ضدیخ و الکلی، برای دستگاه‌های مصرف کننده، زیان‌آور است.

وسایل روغن پاش: دستگاه‌های مصرف کننده‌ی هوای فشرده در هنگام کار، باید روغن کاری شوند. البته مقداری روغن به صورت مخلوط از طریق کمپرسور به مدار وارد می‌شود؛ ولی برای روغن کاری کافی نیست؛ بنابراین با نصب تجهیزات مخصوصی در طول خط، نزدیک به مصرف کننده‌ها، از دستگاه‌های روغن پاش استفاده می‌شود (شکل ۲۳-۶).



ب



الف



د - وسیله‌ی روغن کاری در مسیر مصرف کننده دستگاه چال زنی



ه - یک نوع وسیله‌ی روغن کاری



ج

شکل ۲۳-۶ - وسایل روغن پاش

وسایل اندازه‌گیری هوای فشرده: دماسنج‌ها، فشارسنج‌ها و رطوبت‌سنج‌ها برای اندازه‌گیری مشخصات هوای فشرده استفاده می‌شوند. یکی از مشخصات مهم هوای فشرده شدت جریان آن است که می‌توان از دستگاهی که سنجش آن را به عهده دارد استفاده کرد شکل (۶-۲۴).

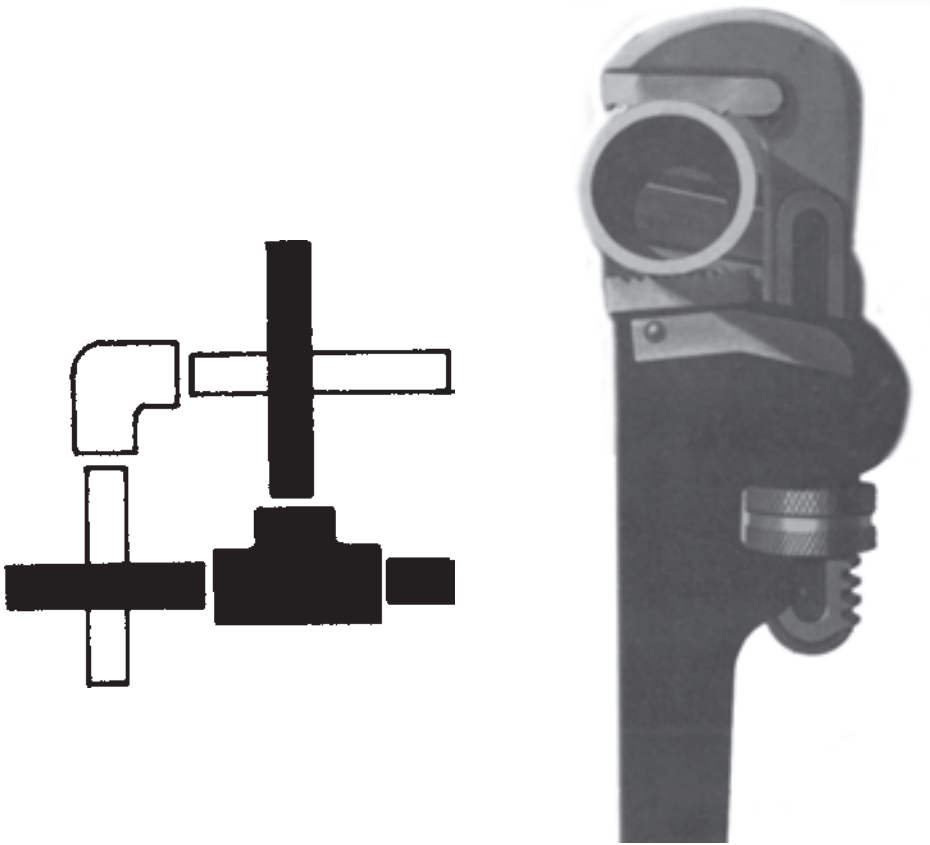


شکل ۶-۲۴ — وسایل اندازه‌گیری هوای فشرده

خودآزمایی

- ۱- دلایل نصب مخزن در کمپرسورها را نام ببرید؟
- ۲- کمپرسورهای پیستونی چه تفاوتی با کمپرسورهای دورانی دارند؟
- ۳- اساس کار کمپرسورهای پیچی بر چه مبنایی است؟
- ۴- کمپرسورهای پره‌ای هوا را چگونه متراکم می‌کنند؟
- ۵- اجزای موجود در مسیر هوای فشرده از کمپرسور تا مصرف‌کننده را به ترتیب نام ببرید؟
- ۶- مصارف هوای فشرده را به اختصار بیان کنید؟
- ۷- شیلنگ‌های هوای فشرده از چه خصوصیتی بایستی برخوردار باشند؟
- ۸- آب موجود در خطوط لوله‌ی هوای فشرده را چگونه از یخ‌زدن محافظت می‌کنند و مبنای محافظت به چه اساسی استوار است؟
- ۹- وسایل روغن‌پاش به چه دلیلی در طول خط لوله‌ی هوای فشرده به کار می‌روند؟

لوله‌کشی در معدن



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند :

- ۱- جریان سیالات مختلف در لوله‌ها را شرح دهد.
- ۲- لوله‌کشی و انواع وصاله‌های آهنی گالوانیزه را توضیح دهد.
- ۳- انواع شیرهایی را که در تأسیسات صنعتی و معدنی به کار می‌روند، شرح

دهد.

- ۴- وسایل آب‌بندی را بیان کند.

لوله‌کشی در معدن

جریان سیالات مختلف در لوله‌ها

سیال‌ها با قرارگرفتن در معرض نیرو، تغییر شکل و مکان می‌دهند. تغییر مکان سیال‌ها طی ضوابط به خصوصی صورت می‌گیرد و همیشه جریان در اثر اختلاف فشار است. (از طرف فشار بیش‌تر به طرف فشار کم‌تر) نحوه‌ی جریان سیال‌ها در شرایط و موقعیت‌های متفاوت با توجه به جنس سیال و با در نظر داشتن تمامی جوانب مختلف است. اصولاً نحوه‌ی جریان در انتقال آن‌ها، تأثیر مستقیم دارد. معمولاً جریان سیالات را به دو گونه تعبیر می‌نمایند. جریان یک فاز که فقط یک نوع سیال به تنهایی (مثلاً گاز یا مایع) (کاربرد در هوای فشرده، آب رسانی و تهویه در معادن) در مسیر موردنظر در حرکت است و دیگری جریان دوفاز که از مجموعه‌ای از دو جنس سیال تشکیل می‌گردد. محاسبات مربوط به جریان سیال‌ها، اکثراً با توجه به دو تعبیر فوق صورت می‌پذیرد و بدیهی است در این مورد، کتاب‌ها و روش‌های متعددی موجود است. جریان سیالات با تعاریف دیگری نیز مورد بحث قرار گرفته است؛ نظیر جریان‌های آرام^۱ و جریان‌های ملتهب^۲ که توضیح آن از حوصله‌ی این کتاب خارج است. مجموعه‌ی این موارد، در علم مکانیک سیالات بررسی می‌شود.

در این فصل به بررسی لوله‌ها و وصاله‌های آن‌ها، شیرها، آب‌بندی وصاله‌ها و غیره می‌پردازیم که هرکدام، به نوعی بر حرکت سیال در خط لوله مؤثر هستند. بدیهی است شبکه‌ی خطوط لوله‌ی سیالات در معدن با هریک از مواردی که به‌طور ساده توضیح خواهیم داد، کاملاً در تماس می‌باشند.

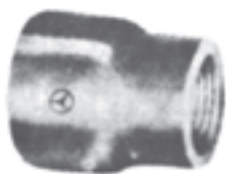
لوله‌ها

لوله فولادی درزدار (سیاه): این لوله را از ورق آهن می‌سازند. ورق بریده شده به طول ۶ متر را در داخل دستگاه‌های نورد، نورد کرده و به صورت لوله در می‌آورند. سپس درز لوله را جوش می‌دهند. بنابراین، این لوله، دارای درزی در طول لوله است.

لوله فولادی گالوانیزه (سفید): این لوله در واقع همان لوله‌ی فولادی درزدار (سیاه) است که پس از ساخت برای محافظت در برابر مواد خورنده، جداره‌ی داخلی و خارجی آن را با فلز روی روکش کرده‌اند. این نوع لوله، در شاخه‌های ۶ متری به بازار عرضه می‌شود. اتصال این لوله، معمولاً دنده‌ای است و نباید از جوش برای اتصال آنها استفاده شود.

لوله فولادی درز(مانسمان): این لوله از فولاد ساخته می‌شود و جداری آن بدون درز است. با قطر خارجی مساوی در مقایسه با لوله‌های درزدار، این نوع لوله دارای ضخامت بیش‌تر و قطر داخلی کمتر است.

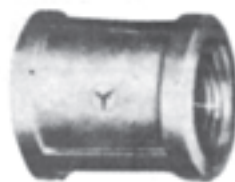
وصاله‌های آهنی گالوانیزه: لوازم اتصالی که برای لوله‌های فولادی و آهنی گالوانیزه به کار می‌روند، از چدن ساخته می‌شوند و طبق استاندارد نواری از لبه‌ی داخلی آن‌ها را دنده می‌کنند. بهتر این است که وصاله‌های مورد استفاده، گالوانیزه باشند؛ زیرا استفاده از وصاله‌های دنده‌ای غیرگالوانیزه (سیاه) مشکل خورده شدن و در نتیجه پوسیدگی لوله‌ها را پیش می‌آورد و کارایی سیستم لوله‌کشی را از بین می‌برد. متداول‌ترین وصاله‌های مورد استفاده، به شرح زیر، طبقه‌بندی می‌شوند: بوشن‌ها: کار آن‌ها اتصال دو لوله در امتداد یک‌دیگر است که خود شامل: بوشن ساده، بوشن روییج و بوشن تبدیل هستند شکل (الف-۱-۷).



د



ج



الف



هـ



ب

ج — بوشن روییج توپیج با
رزوه داخلی و خارجی

د — هـ — بوشن تبدیل با دو قطر مختلف

الف — ب — بوشن ساده (رزوه در داخل)

شکل ۱-۷

زانویی‌ها: زانویی‌ها برای تغییر جهت مسیر جریان سیال در خطوط لوله، به کار می‌روند. این وصاله‌ها انواع مختلفی دارند که برحسب نوع مصرف و نیاز خط لوله‌کشی شده، مورد استفاده قرار می‌گیرند. زانویی‌ها شامل انواع زانویی‌های قائم 90° درجه، 45° درجه، روییچ توییچ 90° درجه (چپقی)، روییچ توییچ 45° درجه هستند که تصاویر آن‌ها در شکل (۷-۲) مشاهده می‌شود.



ج



ب



الف



و



هـ



د



ز

شکل ۷-۲

الف - ب - زانویی قائم 90°

ج - د - زانویی 45°

هـ - و - زانو چپقی 90° ساده - تبدیلی

ز - زانو چپقی 45°

سه راهی‌ها: برای انشعاب دادن سیال، از سه راهی استفاده می‌گردد، انواع سه راهی‌ها شامل: سه راهی قائم، سه راهی ۴۵ درجه، سه راهی تبدیل ساده و روییچ توییچ هستند که در شکل (۷-۳) مشاهده می‌شوند.



ج



ب



الف



و



هـ



د

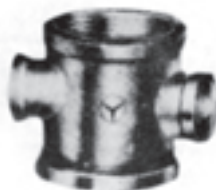


ح



ز

شکل ۷-۳ الف و ب - سه راهی قائم، ج و د - سه راهی ۴۵°، هـ و و - ز - ح - سه راهی تبدیل چهارراهی‌ها: شامل چهار راهی ساده و چهار راهی تبدیل می‌شوند، این چهارراهی‌ها وصاله‌هایی هستند که مانند سه راهی‌های ساده و تبدیلی، در اندازه‌های مختلف تولید شده، برای اتصال انشعابات فرعی مورد استفاده قرار می‌گیرند شکل (۷-۴).



شکل ۷-۴ انواع چهار راهی

مغزی‌ها: از یک قطعه‌ی لوله‌ی کوتاه با دو سر دنده و یا یک قطعه‌ی آهن ریخته شده به شکل لوله که دو سر آن معمولاً از خارج دنده می‌گردد، ساخته می‌شوند. در شکل (۷-۵) انواع مغزی روپیچ نشان داده شده است. مورد استفاده مغزی در لوله‌کشی گالوانیزه، اتصال اجزای سیستم به یک دیگر است.



الف - انواع مغزی روپیچ ساده
ب - انواع مغزی روپیچ توپیچ تبدیل و روپیچ تبدیل
شکل ۷-۵

مهره ماسوره: وصاله‌ای است که برای اتصال دو قسمت از شبکه‌ی لوله‌کشی به یک دیگر به کار می‌آید و از دو قسمت نر و ماده تشکیل شده است. این دو قطعه هر کدام به طور جداگانه روی لوله یا اتصالات دیگر بسته شده، سپس با جفت کردن نر و ماده و بستن مهره‌ی واسط، ارتباط بین اجزای اتصال دهنده، برقرار می‌شود (شکل ۷-۶).



مهره ماسوره با زانویی توپیچ
مهره ماسوره با زانویی روپیچ
مهره ماسوره با زانویی توپیچ



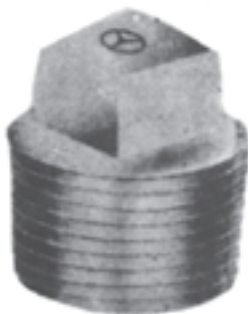
سه راهی با مهره ماسوره‌ی روپیچ
سه راهی با مهره ماسوره‌ی توپیچ
مهره ماسوره‌ی روپیچ با زانویی توپیچ



مهره ماسوره‌ی روپیچ (برش خورده)
مهره ماسوره‌ی ساده (برش خورده)
مهره ماسوره‌ی ساده

شکل ۷-۶ - انواع مهره ماسوره

درپوش: وسیله‌ای است که برای مسدود کردن انشعابات لوله‌کشی به کار می‌رود. درپوش‌ها به صورت پیچ از رو دنده می‌شوند و محل آچارگیری آن‌ها، عموماً چهارگوش است. این وسیله در سیستم‌های لوله‌کشی، در انتهای مسیر لوله‌کشی یا دریچه‌های بازدید نصب می‌گردد شکل (۷-۷).



شکل ۷-۷- درپوش

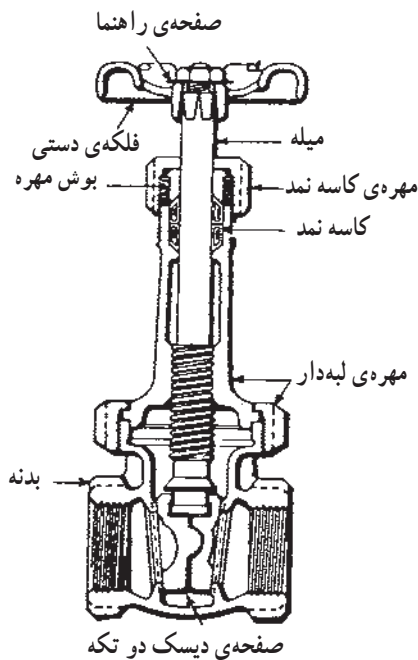
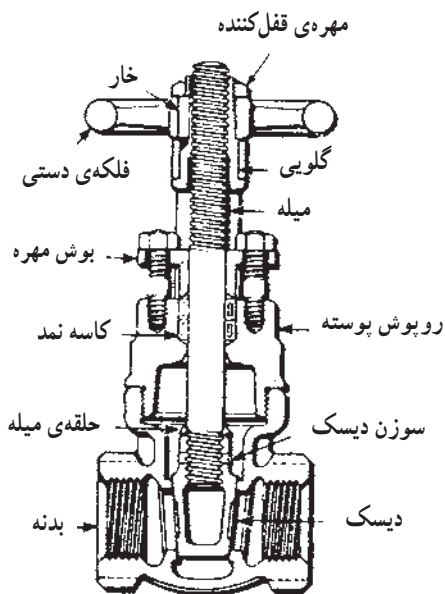
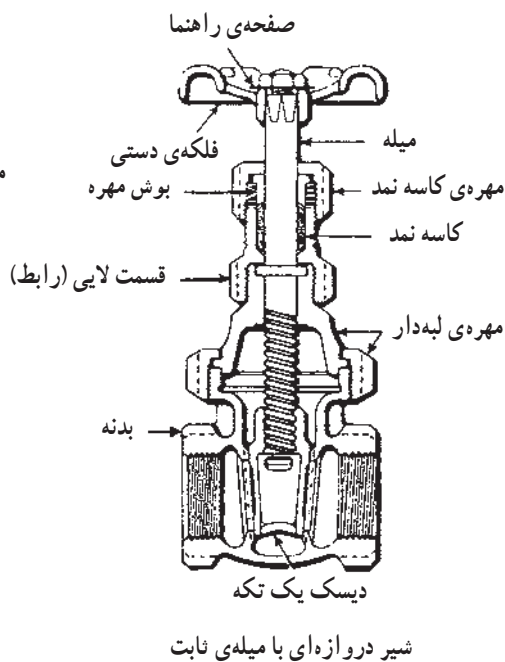
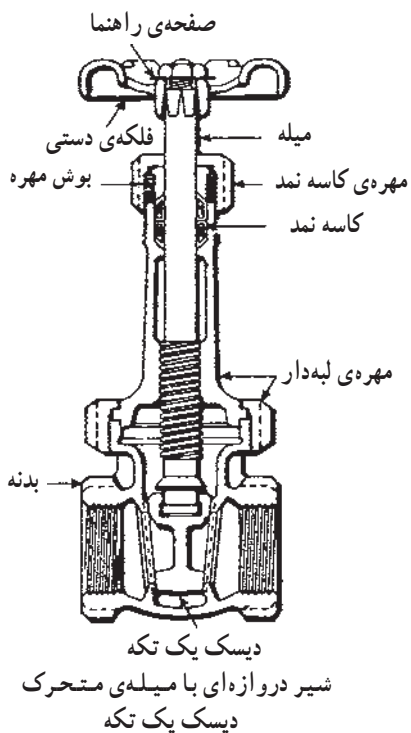
انواع شیرهای مورد مصرف در تأسیسات صنعتی و معدنی

شیرفلکه‌ها: این شیرها به دلیل آن که دسته‌ی مربوط به باز و بسته کردن آن‌ها به صورت فلکه است، در ایران به نام «شیرفلکه‌ها» معروف شده و به این نام شناخته می‌شوند. شیرفلکه‌ها برحسب ساختمان و کاربرد به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- **شیرهای کشویی (GATE VALVES):** نام دیگر آنها شیرهای دروازه‌ای است که با چرخاندن فلکه‌ی شیر در جهت عقربه‌های ساعت، یک صفحه‌ی کشویی در نشیمن‌گاه خود قرار گرفته و شیر بسته می‌شود و بالعکس باعث باز شدن شیر می‌شود شکل (۸-۷).

۲- **شیرهای واشری یا بشقابی (GLOBE VALVES):** هرگاه فلکه‌ی شیر را در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، مقدار مقاومت در مقابل جریان افزایش یافته، در نتیجه مقدار دبی کم می‌شود و اگر محور شیر را تا انتها در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، شیر کاملاً بسته خواهد شد. برعکس، هرگاه فلکه‌ی شیر را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، مقدار مقاومت در مقابل جریان کاهش پیدا کرده، در نتیجه مقدار دبی مدار افزایش می‌یابد و اگر محور شیر را تا انتها در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، شیر کاملاً باز خواهد شد شکل (الف - ۹-۷).

نمونه‌ی دیگر آن که باعث تغییر جهت حرکت سیال شده و در عین حال جریان سیال را قطع و وصل می‌کند به شیر واشری زاویه‌ای موسوم است شکل (ب - ۹-۷).



شیر دروازه‌ای با میله‌ی متحرک یا پیچ از بیرون

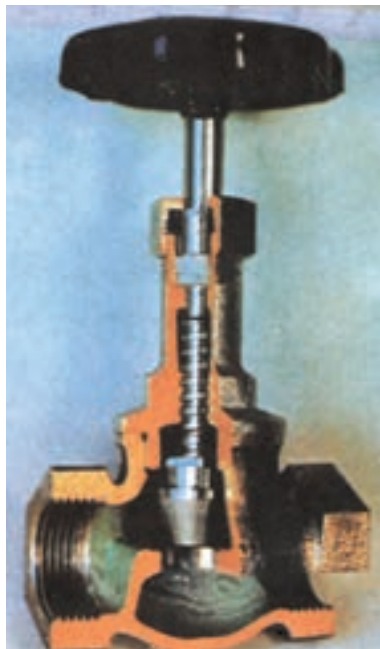
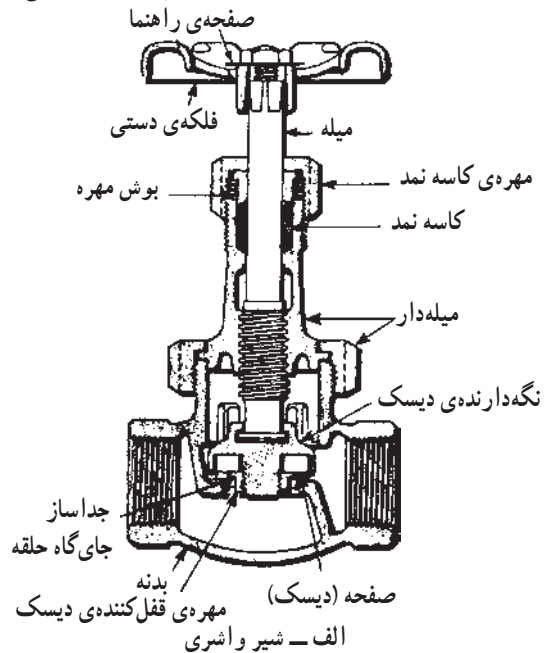
شیر دروازه‌ای با دیسک دو تکه و میله‌ی متحرک

شکل ۸-۷- چند نمونه شیر کشویی

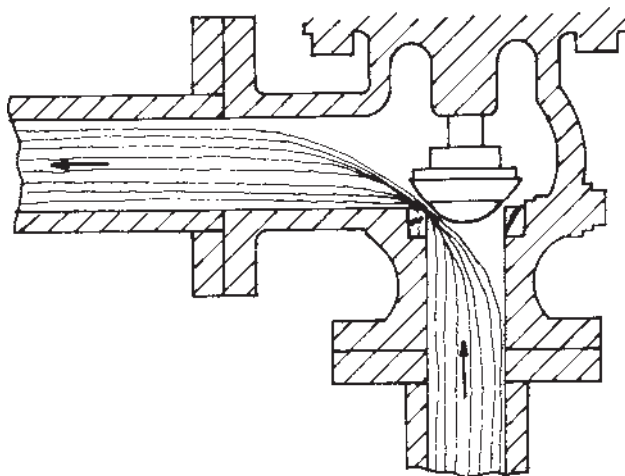
همیشه بایستی از نشتی شیرها جلوگیری کرد زیرا کارشناسان ایجاد خوردگی در محل نشیمن گاه و دیسک شیر را به دلیل بسته نبودن کامل آن می دانند شکل های (۷-۱۰) و (۷-۱۱) طریقه ی استفاده ی درست و غلط از فلکه ی شیرها را نشان می دهد.



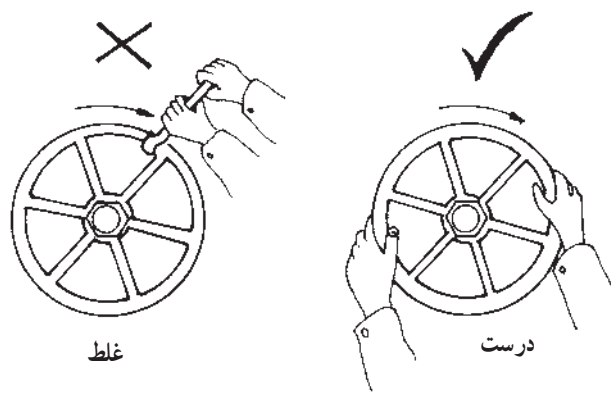
ب- شیر واشری زاویه ای



ج- شیر واشری برش خورده
شکل ۹-۷

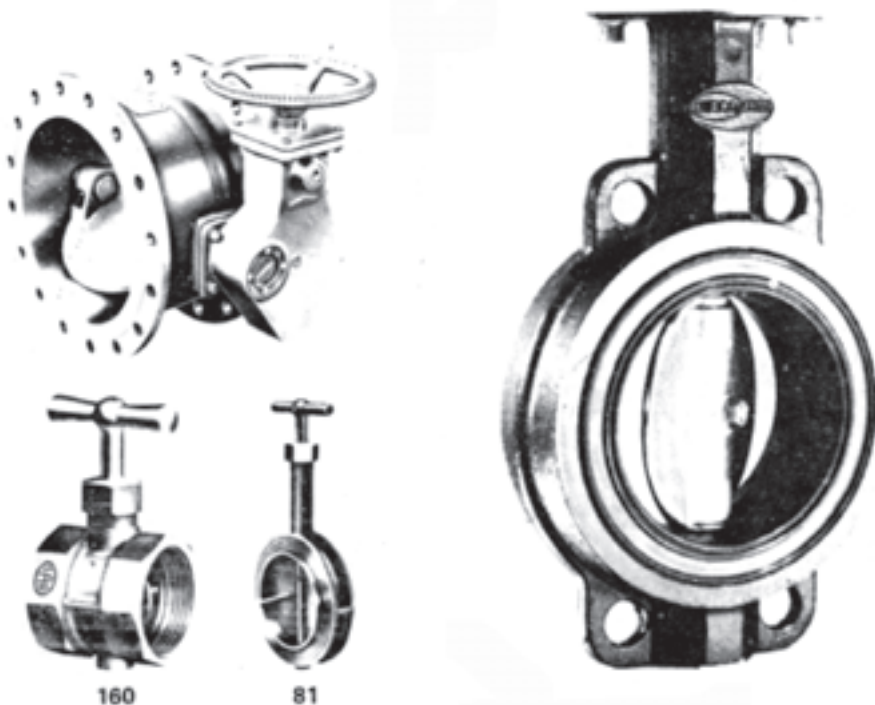


شکل ۱۰-۷- ایجاد خوردگی در محل نشیمن‌گاه و دیسک شیر به دلیل بسته نبودن کامل



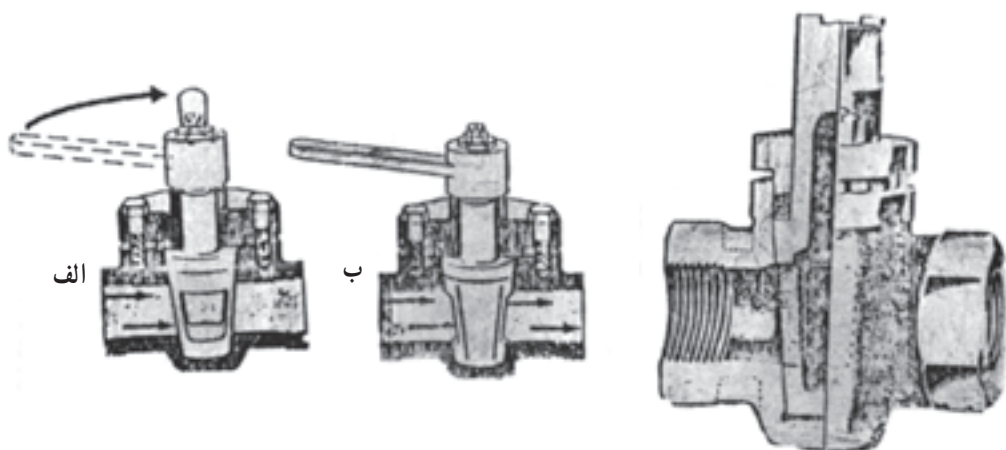
شکل ۱۱-۷- طریقه‌ی استفاده از فلکه‌ی شیرها

شیر پروانه‌ای (BUTTERFLY VALVE): شکل (۷-۱۲) انواع شیرهای پروانه‌ای را نشان می‌دهد کنترل جریان به وسیله‌ی یک صفحه‌ی مدور که در یک محفظه‌ی مدور با قابلیت ارتجاعی قرار گرفته، انجام می‌گیرد. صفحه یا دیسک مدور، به وسیله‌ی یک محور به فلکه یا دسته‌ی شیر، مربوط شده، باز و بسته کردن شیر با گردش 90° درجه‌ای دسته‌ی شیر انجام می‌گیرد. این نوع شیر مقاومت کمی در برابر جریان آب ایجاد می‌کند.



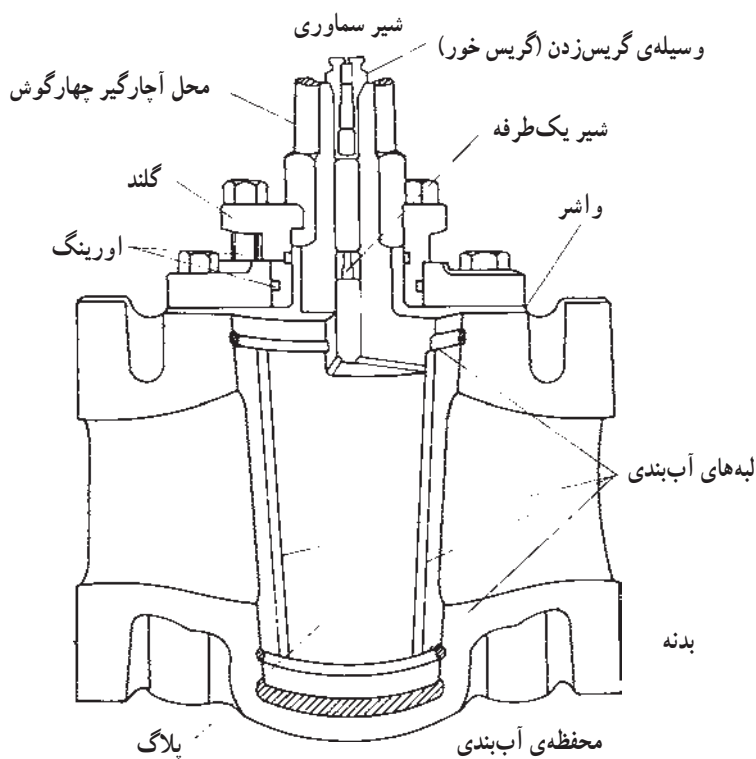
شکل ۱۲-۷- انواع شیرهای پروانه‌ای

شیر سماوری یا شیر پلاگ (PLUG VALVE): این شیر، یکی از قدیمی‌ترین شیرهاست و به دلیل آن که ساختمان آن شبیه شیر سماور است، در ایران به نام «شیر سماوری» شناخته و معروف شده است. قسمتی از این شیر که تنظیم‌کننده‌ی مقدار جریان است، «پلاگ» نامیده می‌شود. در میان پلاگ، مجرایی برای عبور جریان پیش‌بینی شده است که در لحظه‌ی باز بودن کامل شیر، درست در مقابل سوراخی که در بدنه‌ی شیر ایجاد شده است، قرار می‌گیرد. این شیر با $\frac{1}{4}$ دور، کاملاً باز و یا کاملاً بسته می‌شود. سطح خارجی پلاگ به طور معمول یک مخروط ناقص است که در داخل مخروط ناقصی که با همین شیب در بدنه‌ی شیر به طور معکوس ایجاد شده است، قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که پلاگ‌ها ممکن است به صورت استوانه‌ای و کروی نیز ساخته شوند شکل‌های (۷-۱۳) و (۷-۱۴) و (۷-۱۵).



شکل ۱۳-۷- شکل ظاهری یک شیر پلاگ

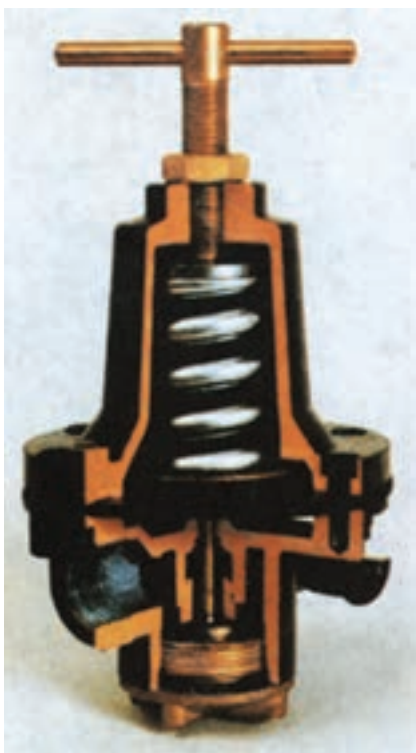
شکل ۱۴-۷- شیر سماوری
الف - در حالت بسته
ب - در حالت باز



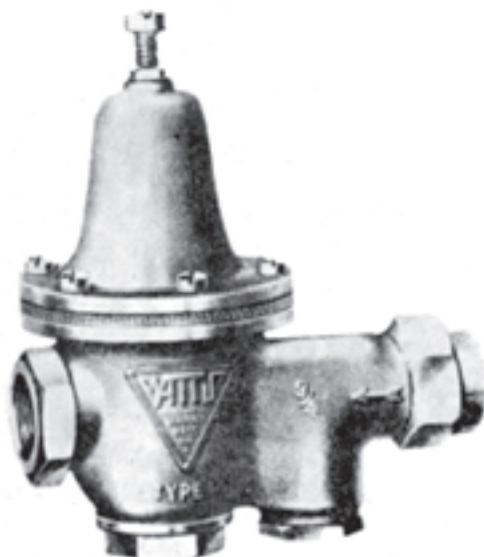
شکل ۱۵-۷- قسمت‌های مختلف یک شیر سماوری آجاری با پلاگ روغنی

شیر فشار شکن یا شیر تنظیم کننده‌ی فشار (PRESSURE REDUCING VALVE):

این شیر در صورتی که مربوط به آب‌رسانی باشد آن را مابین شبکه‌ی پرفشار و شبکه‌ی کم فشار قرار می‌دهند تا اضافه‌ی فشار آب را نسبت به نیاز شبکه‌ی مصرف کاهش دهد. با به کار بردن این شیر، شبکه‌ی پرفشار، اشکالی در شبکه‌ی مصرف (که معمولاً کم فشار است) ایجاد نمی‌کند. در صنعت و معادن شیرهای فشار شکن برای هوای فشرده نیز وجود دارد. شکل (۷-۱۶) یک نمونه شیر فشار شکن و شکل (۷-۱۷) قسمت‌های داخلی آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷-۷- قسمت‌های داخلی یک شیر فشار شکن



شکل ۱۶-۷- شیر فشار شکن

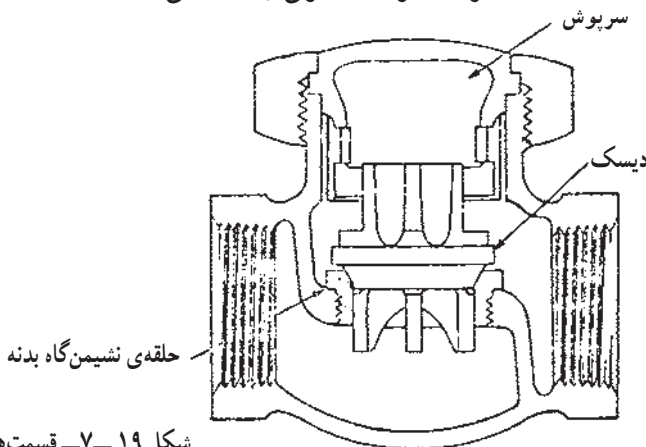
شیر یک طرفه (CHECK VALVE): این شیر که در ایران به عنوان «شیر خودکار» شناخته



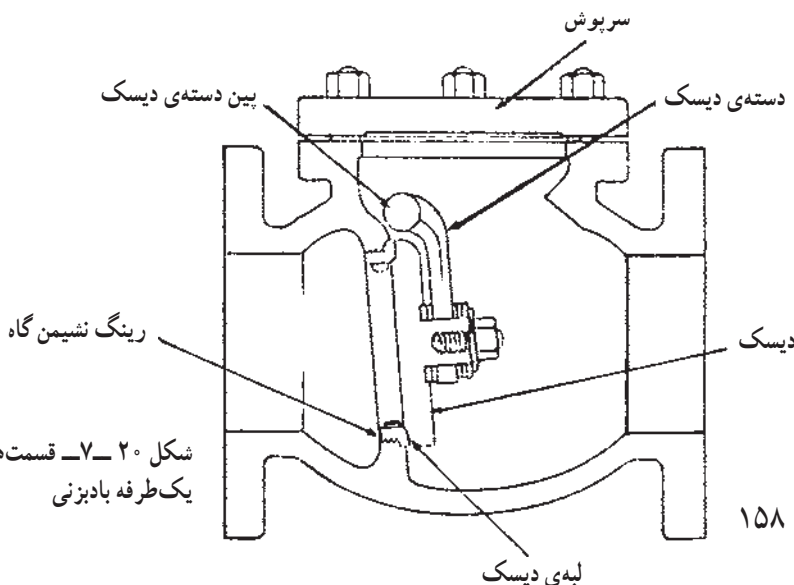
شده است، از برگشت جریان در جهت عکس جلوگیری می‌کند، به همین جهت آن را شیر یک طرفه می‌نامند. سمت عبور سیال بر روی بدنه‌ی شیر مشخص گردیده است که در هنگام نصب باید به آن توجه کرد. این شیر در شبکه و تأسیسات معدنی کاربرد دارد و در دو نوع بادبزی و سوپاپی در بازار عرضه می‌شود شکل (۷-۱۸).

شکل ۷-۱۸ شیر یک طرفه‌ی برش خورده

شکل (۷-۱۹) قسمت‌های مختلف شیر یک طرفه‌ی سوپاپی و شکل (۷-۲۰) قسمت‌های مختلف یک شیر یک طرفه‌ی بادبزی را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۱۹ قسمت‌های مختلف یک شیر یک طرفه سوپاپی

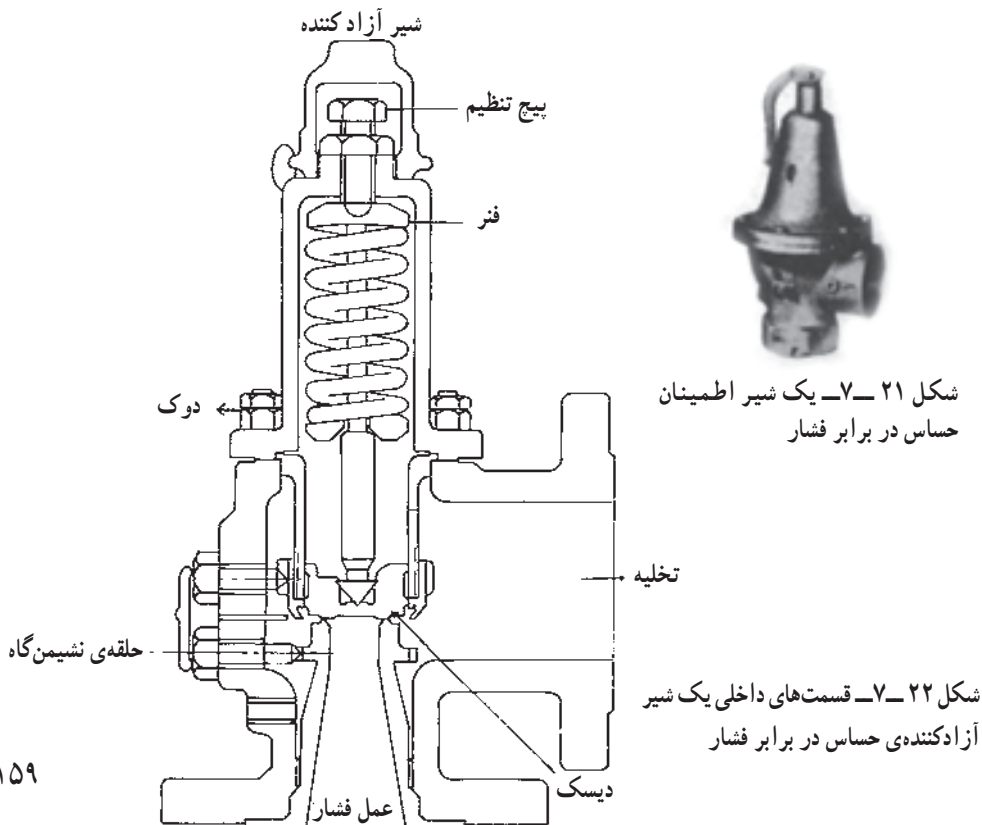


شکل ۷-۲۰ قسمت‌های مختلف یک شیر یک طرفه بادبزی

شیر اطمینان یا شیر رهاکننده: این شیر در صنعت و معدن کاربرد زیادی دارد همان طوری که از نامش پیداست ، به مجرد این که فشار و دمای سیستم بخواند از حد تنظیم شده بر روی شیر رهاکننده، بالاتر رود، شیر باز می شود و با خارج کردن قسمتی از سیال به خارج از سیستم، فشار و دمای سیستم را از حد خطر پایین می آورد ؛ به این ترتیب، دستگاه‌ها، سیستم و شبکه‌ی لوله کشی از خطر ترکیدن و یا انفجار، محفوظ خواهند ماند.

بنابراین، همواره نکات زیر را مورد توجه قرار دهید :

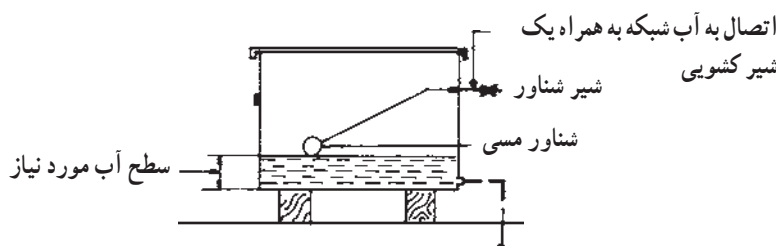
- ۱- فشار آزادکننده شیر اطمینان، باید متناسب با فشار کار سیستم، انتخاب گردد.
 - ۲- تغییر فشار تنظیم شده بر روی شیر و به عبارت ساده تر دست کاری شیر اطمینان به وسیله ی یک فرد غیرمتخصص مجاز نیست.
 - ۳- شیرهای اطمینان باید در فواصل زمانی معینی آزمایش شوند.
- شیرهای اطمینان حساس در برابر فشار: این شیر که اغلب بر روی ایستگاه‌های تقلیل فشار، مخازن هوای فشرده، نصب می گردد، به مجرد این که به هر علت، فشار داخل سیستم، از حد تنظیم شده بر روی شیر اطمینان بالا رفت ، باز شده، قسمتی از سیال داخل سیستم را تخلیه می کند و پس از آن که، فشار از حد تنظیم شده بر روی شیر، مقداری پایین تر رفت، شیر بسته خواهد شد.



شیر شناور (فلوتر) **FLOAT VALVE**: این شیر برای تنظیم سطح مایع در مخازن، نصب می‌شود یکی از متداول‌ترین موارد مصرف این شیر، استفاده از آن در منابع انبساط باز و مخازن زمینی ذخیره‌ی آب است. این شیر، همان شیرری است که در کولرهای آبی منازل، سطح آب را ثابت نگه می‌دارد.

طرز کار: طرز کار شیر، به این صورت است که هر گاه سطح آب در داخل محل مورد نظر پایین باشد، شناور، پایین قرار می‌گیرد و شیر باز می‌شود و هم‌زمان با بالا آمدن سطح آب، شناور نیز که یک گوی توخالی معمولاً مسی و یا پلاستیکی است، بالا می‌آید و جریان آب را قطع می‌کند.

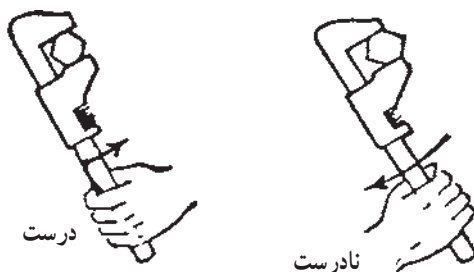
شکل (۷-۲۳) کاربرد یک شیر شناور برای تنظیم سطح آب در یک منبع را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۲۳- کاربرد شیر شناور برای تنظیم سطح آب در یک منبع

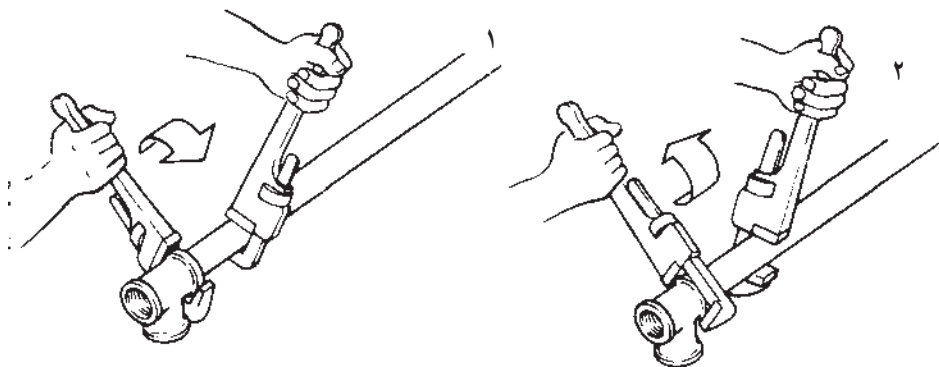
باز و بست لوله با استفاده از آچار لوله‌گیر

آچار لوله‌گیر به علت حالت خاص فک‌هایش، سطح بیش‌تری از لوله را در بر می‌گیرد و در صورتی که جهت گردش آن صحیح باشد، به دور لوله، قفل شده، آن را باز یا بسته می‌کند. جهت گردش صحیح آچار لوله‌گیر، از طرف انتهای دسته‌ی آچار به طرف دهانه است. در شکل‌های (۷-۲۴) جهت گردش صحیح این آچار نشان داده شده است.



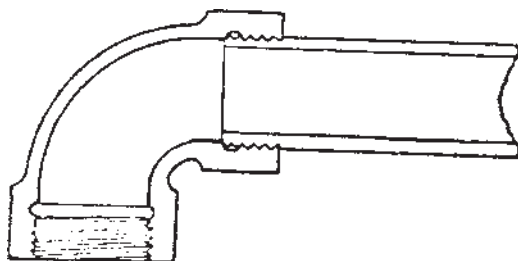
شکل ۷-۲۴- جهت گردش درست و نادرست آچار لوله‌گیر

کاربرد اصلی این آچار برای پیچاندن لوله‌ها و سفت کردن دنده‌های اتصال آن است. به هنگام باز و بسته کردن لوله و اتصالات، برای جلوگیری از پیچیدن خود لوله، همواره محل آچارگیر کار را، نزدیک به گیره می‌بندند. چنانچه گیره‌ی لوله، در دست‌رس نباشد، بهتر است مطابق شکل (۷-۲۵) از دو عدد آچار لوله‌گیر استفاده شود. (به محل گرفتن لوله‌ها و جهت چرخش آچارها در شکل زیر توجه کنید).



شکل ۷-۲۵- حالت ۱- بستن لوله و وصاله، حالت ۲- باز کردن لوله و وصاله

در اتصال پیچی لوله‌ها، باید توجه داشت که اولاً داخل لوله و اتصالات، از روغن و مواد خارجی کاملاً پاک باشد؛ ثانیاً طول قسمت دنده شده چندان باشد که هنگام پیچیدن در محل اتصال، به لبه‌ی انتهایی وصاله‌های لوله‌کشی که داخل دنده شده‌اند، تکیه کند شکل (۷-۲۶).

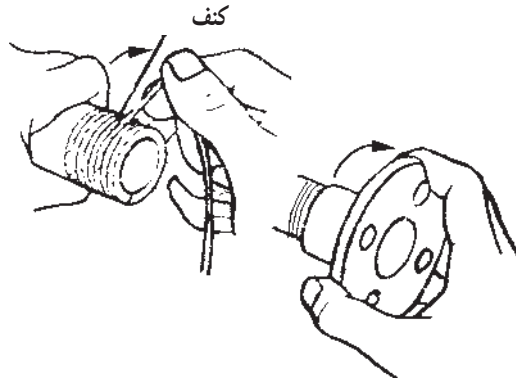


شکل ۷-۲۶- اتصال پیچی

آب‌بندی

در پیوند لوله‌های پیچ‌دار، (حدیده شده) آب‌بندی محل اتصال و جلوگیری از نشت مایعات و یا هوای فشرده به خارج، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ به طوری که عدم اجرای صحیح و دقیق آن‌ها، ممکن است موجب نفوذ سیال به محیط بیرون خط لوله شود.

آب‌بندی با استفاده از خمیر و کنف: روش کار به این ترتیب است که ابتدا خمیر لوله‌کشی به مقدار مناسب با طول و عمق قسمت حدیده شده، روی آن مالیده می‌شود. (باید توجه داشت که خمیر تمام سطح قسمت دنده شده را به طور یک‌نواخت بپوشاند). سپس الیاف کنف، متناسب با عمق و طول محل دنده شده و با ضخامت یک‌نواخت، در جهتی که پیچیده شدن وصاله بر روی دنده، موجب سفت شدن و فرو رفتن بیش‌تر کنف در شیار دنده‌ها گردد، مطابق شکل زیر می‌پیچانیم و با ایجاد گره ساده و یک‌نواخت، در انتهای قسمت دنده شده، مجدداً یک لایه خمیر، بر روی آن مالیده می‌شود. هنگام بستن لوله نوار کنفی را بایستی موافق جهت حرکت عقربه‌های ساعت پیچید.



شکل ۲۶-۷- نحوه‌ی پیچیدن کنف

آب‌بندی با استفاده از نوار پلاستیکی (تفلون): از مواد دیگر آب‌بندی، نوارهای پلاستیکی هستند که عموماً به صورت قرقره‌ای و با یک درپوش محافظ تولید می‌شوند می‌توان نام برد. ویژگی عمده‌ی نوار تفلون در پرکردن یک‌نواخت فضای خالی بین دنده‌هاست و همین عامل باعث آب‌بندی می‌شود. این نوارها نسبت به بقیه‌ی وسایل آب‌بندی گران‌تر هستند و در آب‌بندی لوله‌های کم قطر و اتصالات شیرها استفاده می‌شود.



شکل ۲۷-۷- نوار تفلون و طریقه‌ی بستن آن به یک وصاله

لوله‌ی آب در معدن: لوله‌های فولادی جدار ضخیم، در زمره‌ی بهترین لوله‌های آب‌کشی در معدن هستند. قطر لوله‌های فشار قوی، کمتر از 10° اینچ است و همین عامل باعث شده است که حمل و نقل و تعویض و نصب آن‌ها، مشکل شود. امروزه برای رفع این مشکل از لوله‌هایی با جنس مواد پلیمری استفاده می‌کنند مثلاً لوله‌هایی از جنس پلی‌اتیلن سخت یا نرم وجود دارند که با وجود سبک بودن، فشار 10° اتمسفر را به راحتی تحمل می‌نمایند. این لوله‌ها به دور قرقره پیچیده می‌شوند و ۷۵ متر طول دارند، بنابراین چندان نیازی به وصاله‌ها وجود ندارد.

جهت وصل کردن لوله‌های فولادی فشار قوی در معدن از فلانچ استفاده می‌شود. و باید واشر بین دو قسمت فلانچ برای تحمل فشار بین دو قطعه، از جنس مقاوم باشد. نکته‌ی مهم این است که اتصال لوله‌ها به هر روشی که انجام شود، باید در طول هر قطعه‌ی آزاد آن، حداقل یک اتصال قابل انبساط و انقباض موجود باشد تا هنگام تغییر دما اشکالی پیش نیاید.

لوله‌ی هوای فشرده در معدن: در مواقعی که فاصله‌ی بین تولیدکننده و مصرف‌کننده کم باشد از شیلنگ جهت ارتباط استفاده می‌کنند اما در فواصل دور از خط لوله استفاده می‌شود. معمولاً برای انتقال هوای فشرده از لوله‌های فولادی سیاه استفاده می‌شود و برای اتصال آن‌ها فلانچ‌ها کاربرد دارند. تغییر مسیر و انشعابات، توسط زانویی سه راهی، چهار راهی و غیره انجام می‌شود. در مواقعی که بخواهند لوله‌ای را به نرمی انحنا دهند از لوله خم‌کن‌های مخصوص استفاده می‌شود.

خودآزمایی

- ۱- انواع لوله‌ها را شرح دهید.
- ۲- بوشن چیست و چه انواعی دارد؟
- ۳- زانویی‌ها، سه راهی‌ها و چهارراهی‌ها چه کاربردهایی دارند؟
- ۴- مغزی و مهره ماسوره، چه نوع وصاله‌هایی هستند؟
- ۵- درپوش در کجا به کار می‌رود؟
- ۶- شیر فلکه چیست و چگونه تقسیم‌بندی می‌شود؟
- ۷- شیرهای واشری یا بشقابی چگونه عمل می‌کنند؟
- ۸- شیر پروانه‌ای و شیر سماوری چگونه شیرهایی هستند؟
- ۹- موارد استفاده از شیر فشارشکن کدام است؟
- ۱۰- شیر یک طرفه چگونه عمل می‌کند؟
- ۱۱- شیر اطمینان یا شیر رهاکننده چیست؟
- ۱۲- شیر اطمینان حساس در برابر فشار چیست؟
- ۱۳- اهمیت آب‌بندی در خط لوله، از چه نظر است؟
- ۱۴- آب‌بندی به چه روش‌هایی انجام می‌شود؟
- ۱۵- کاربرد آچار لوله‌گیر را شرح دهید.
- ۱۶- در مورد لوله‌های آب و هوای فشرده در معدن توضیح دهید.

برق رسانی در معدن



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود بتواند:

- ۱- چگونگی تأمین برق در معادن را شرح دهد.
- ۲- مصرف‌کننده‌های برق و شبکه تولید انتقال، توزیع و مصرف در معدن را بیان کند.
- ۳- پست اصلی برق و ترانسفورماتورها را تشریح کند.
- ۴- شین و شین‌بندی، سیستم اتصال به زمین و برق‌گیر را شرح دهد.
- ۵- کلیدهای فشار قوی را نام برده و توضیح دهد.
- ۶- انتقال برق به داخل معادن، انشعاب‌های داخلی و تابلوهای توزیع در معدن را شرح دهد.
- ۷- انواع کابل‌ها را نام برده و توضیح دهد.

برق‌رسانی در معدن

از نظر اقتصادی بهای تمام‌شده‌ی نیروی برق، کم‌تر از هوای فشرده است و این موضوع در قیمت تمام‌شده‌ی ماده‌ی معدنی مؤثر است. از محاسن استفاده از نیروی برق این است که ماشین‌های الکتریکی به ندرت معیوب می‌شوند. و دیگر این که انتقال نیرو به مقدار زیاد، به‌وسیله‌ی نیروی برق امکان‌پذیر و اقتصادی‌تر است. بعضی از عملیات معدنی را فقط با نیروی برق، می‌توان ماشین‌کرد. برای مثال، به‌کار بردن ماشین «هاواژ» با قدرت زیاد، به‌وسیله‌ی نیروی برق عملی می‌گردد. به‌وسیله‌ی نیروی برق خدمات فنی ویژه‌ی مختلفی را، (به غیر از خدمات متداول) می‌توان انجام داد از قبیل: فرمان چند موتور با هم، محدود کردن قدرت یک دستگاه، فرمان از دور، مراقبت از دور، اندازه‌گیری از دور و خودکار کردن کار بعضی از دستگاه‌های حفاری و غیره. در این بخش سعی بر این است که هنرجویان با چگونگی تولید، توزیع و مصرف برق در معادن آشنا شوند.

چگونگی تأمین نیروی برق در معادن

در حال حاضر جریان برق را به صورت متناوب و سه فاز در سدها، نیروگاه‌های بخار آبی یا گازی و بالاخره هسته‌ای تولید می‌کنند و از طریق شبکه‌ی هوایی سراسری، در سراسر کشور حمل و توزیع می‌نمایند. معدنی که به شبکه‌ی سراسری نزدیک‌اند و یا فاصله‌ی متوسطی دارند، می‌توانند با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، پُست‌های برق کاهنده‌ی ولتاژ، ایجاد نمایند؛ به‌طوری که در شبکه‌ی برق معدن قابل مصرف باشد شکل (۳-۸) معدنی که فاصله‌ی زیادی تا شبکه‌ی برق سراسری دارند و یا از نظر اقتصادی نمی‌توانند از شبکه‌ی برق سراسری استفاده کنند، از نیروگاه‌های مستقل دیزلی و یا توربین‌های گازی و یا بخاری استفاده می‌نمایند.

معدنی که از شبکه‌ی برق سراسری استفاده می‌کنند، برای موارد اضطراری، دارای نیروگاه‌های برق مستقل هستند و در مواقعی که برق سراسری به هر علتی قطع می‌شود، از نیروگاه‌های برق مستقل خود استفاده می‌کنند. معمولاً نیروگاه‌های اضطراری معدن به وسیله‌ی موتورهای دیزلی که تعداد سیلندرهای آن‌ها زیاد است، کار می‌کنند شکل‌های (۱-۸) و (۲-۸).



شکل ۸-۱- یک نیروگاه دو واحدی برق در کنار معدنی در استرالیا

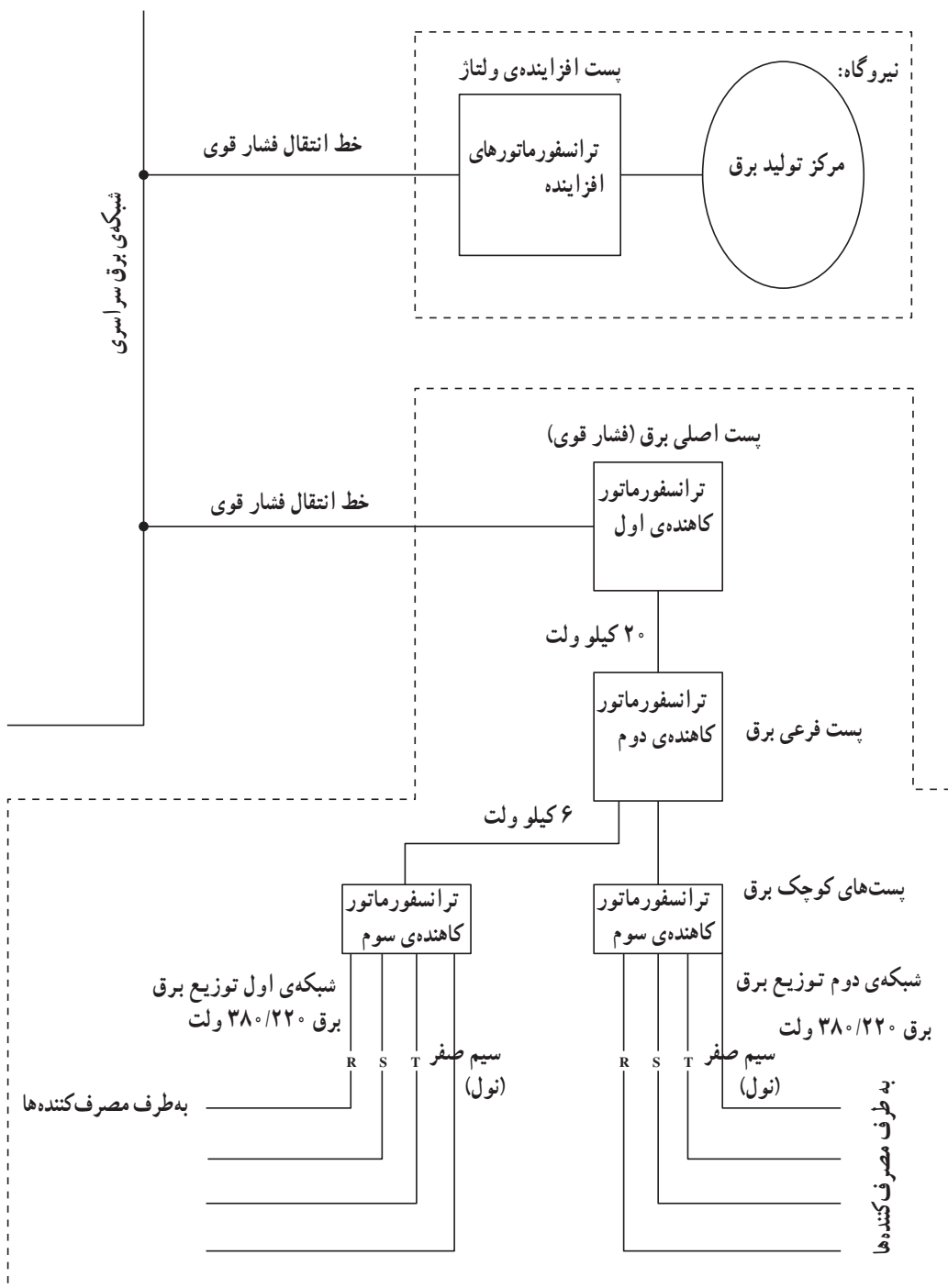


شکل ۲-۸- موتور ژنراتور یک نیروگاه برق اضطراری معدن

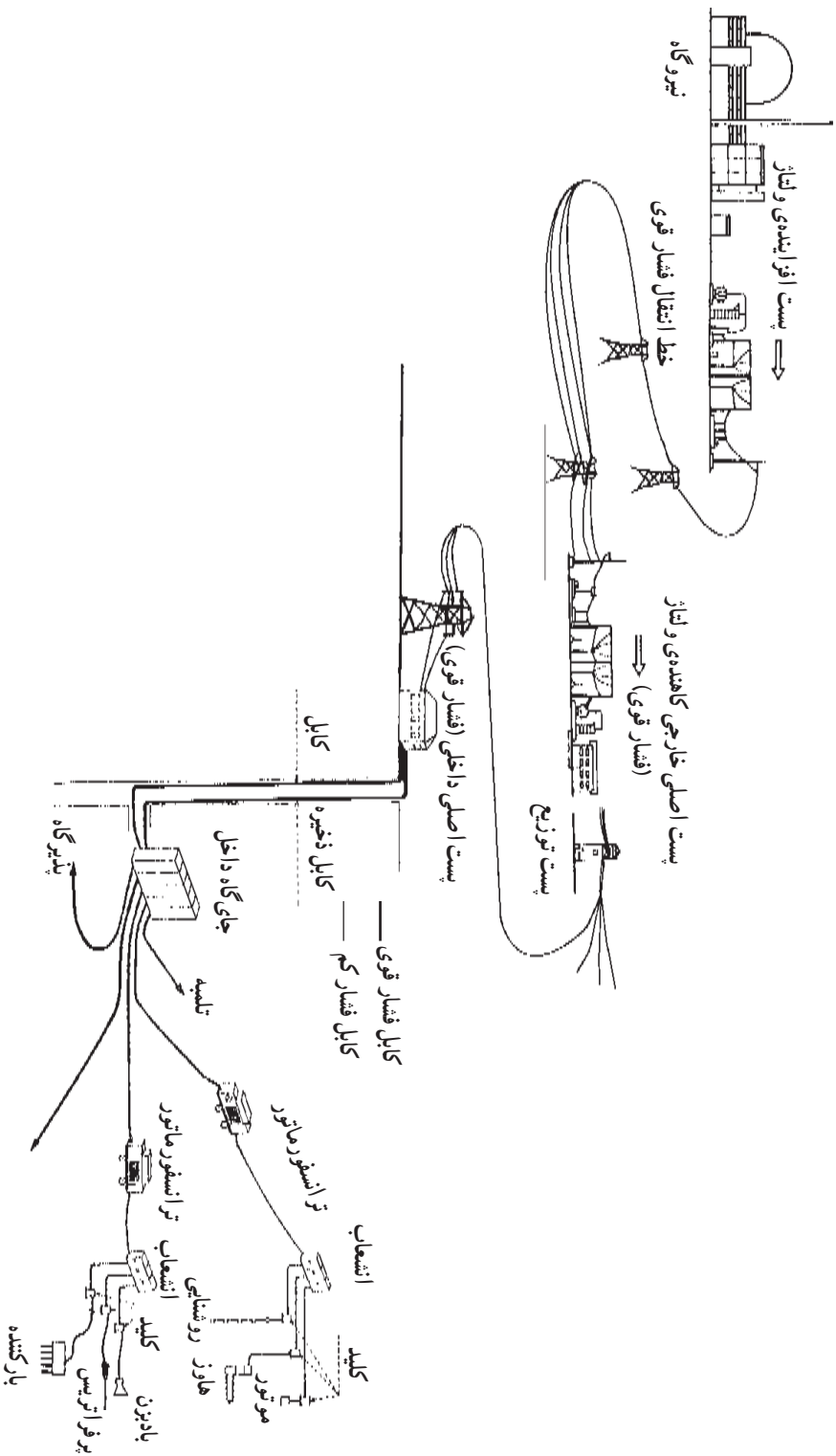
مصرف برق در معادن

قسمت اعظم ماشین آلات معدنی را با نیروی برق سه فاز به کار می گیرند. برای راه اندازی لوکوموتیو و یا شارژ آن، برق متناوب را به برق مستقیم تبدیل کرده، استفاده می کنند. بعضی از موتورهای چرخ چاه نیز از این طریق با برق مستقیم کار می کنند.

تهویه ها، شامل وتیلاتورهای اصلی و فرعی؛ آب کشی، شامل پمپ های اصلی و فرعی؛ ماشین های باربری متناوب شامل لوکوموتیو - جرثقیل - فشاردهنده - موتورهای کمکی؛ ماشین های باربری دایم، شامل نوار باربری؛ ماشین های بارگیری شامل بیل مکانیکی و اسکرپر، ماشین های حفاری، شامل ماشین هاواژ و پرفراتریس ها و تأمین روشنایی در معادن، از انواع ماشین آلات و تجهیزاتی هستند که از نیروی برق استفاده می نمایند.



شکل ۳-۸ شماتیک کلی وضعیت ترانسفورماتورهای افزایشده و کاهنده و چگونگی ارتباط تولید و انتقال و در



شکل ۴-۸- طرحی از شبکه‌ی تولید، انتقال توزیع و مصرف برق در معدن

پست اصلی برق: (فشار قوی)

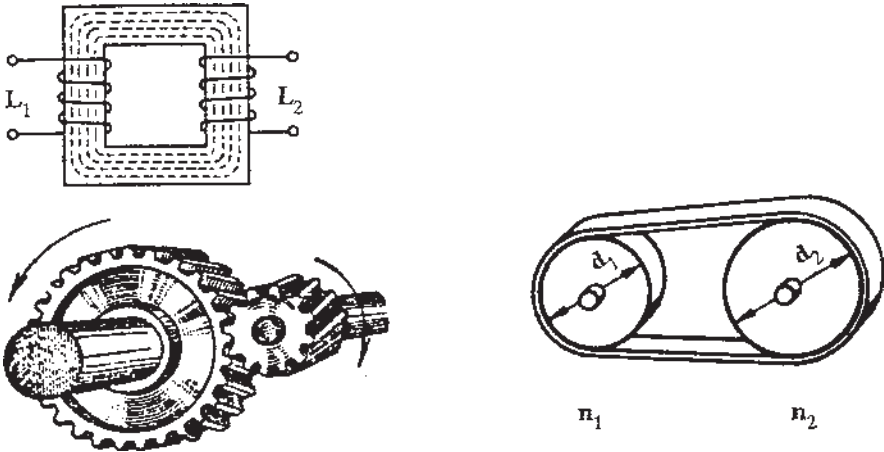
پست اصلی برق، محلی است که در آنجا جریان برق سراسری با ولتاژ بالا تحویل گرفته می شود و با استفاده از ترانسفورماتورهای کاهنده، به جریان برق قابل استفاده در معادن تبدیل می شود. پست های اصلی برق (فشار قوی) را می توان به طور کلی به دو دسته ی: داخلی و خارجی تقسیم نمود. پست های داخلی، شامل کلیه ی تأسیسات الکتریکی می شوند که در داخل ساختمان سرپوشیده نصب می گردند. پست های خارجی به پست هایی گفته می شود که تمام تأسیسات فشار قوی آن ها در محوطه ی باز و یا به عبارت دیگر در هوای آزاد نصب می گردند.



شکل ۵-۸ - قسمتی از یک پست اصلی برق

مبدل‌ها یا ترانسفورماتورها

در انتقال نیروی مکانیکی، چرخ‌دنده‌ها، تسمه‌ها و زنجیرها می‌توانند سرعت چرخش یا قدرت را کم و یا زیاد کنند. این کار زمانی میسر است که قطری یکی از چرخ‌ها بزرگتر از دیگری باشد. مشابه این عمل در نیروی برق، با استفاده از ترانسفورماتورها انجام می‌شود؛ به طوری که با استفاده از اختلاف تعداد دور دو سیم‌پیچ می‌توان ولتاژ را کم و یا زیاد نمود (شکل ۶-۸).



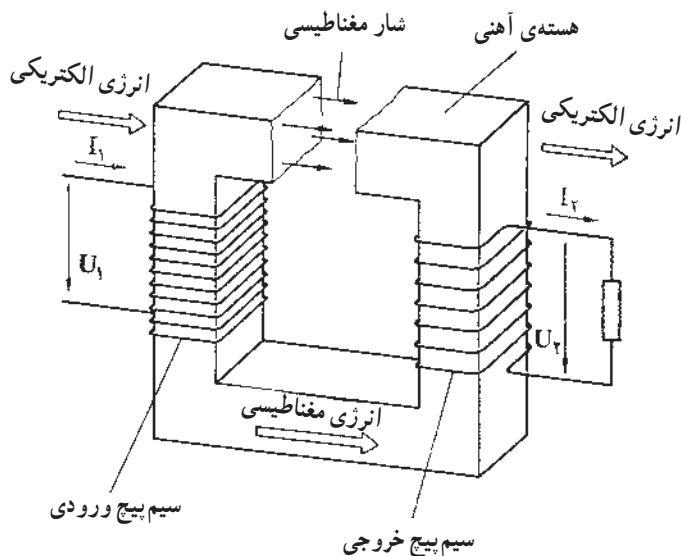
شکل ۶-۸- مقایسه‌ی ترانسفورماتور با چرخ‌دنده‌ها، تسمه‌ها و زنجیرها

ترانسفورماتورها در دو نوع افزایشنده و کاهشنده ساخته می‌شوند. در مراکز تولید برق شبکه‌ی سراسری با استفاده از ترانسفورماتورهای افزایشنده، ولتاژ برق را بالا می‌برند. علت این کار، آن است که در فواصل طولانی، فقط استفاده از ولتاژ بالا با صرفه و اقتصادی است.

در محل مصرف، مانند معادن، با استفاده از ترانسفورماتورهای کاهشنده، در پست‌های مختلف برق، ولتاژ را پایین می‌آورند. البته معمولاً افزایش یا کاهش ولتاژ در چند مرحله و در ایستگاه‌های مختلف انجام می‌گیرد، سپس برق را در شبکه‌ی داخلی معدن توزیع می‌کنند تا برای تجهیزات داخل معدن قابل استفاده شود (شکل ۵-۸).

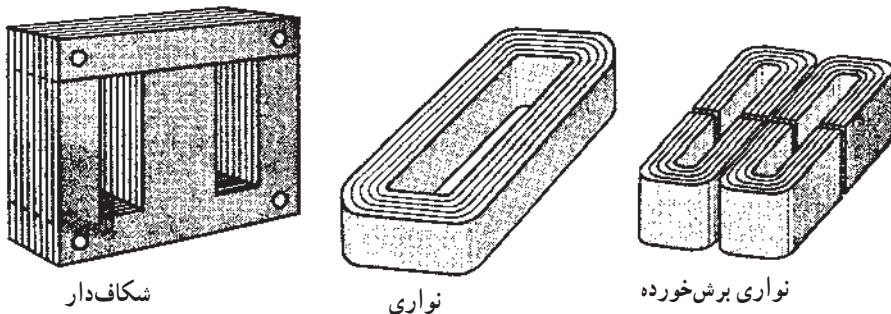
ترانسفورماتورهای تک فاز و اساس کار آن: چنانچه دو سیم‌پیچ را در کنار هم قرار دهیم و از یکی از آن‌ها جریان متغیر عبور دهیم، در سیم‌پیچ دوم، ولتاژی القا خواهد شد؛ به این صورت که با عبور جریان متغیر از سیم‌پیچ اول، در اطراف آن یک میدان مغناطیسی متغیر ایجاد می‌شود. این میدان متغیر، سیم‌پیچ دوم را قطع می‌کند و سبب القای ولتاژ در آن می‌شود. این پدیده اساس کار ترانسفورماتور را تشکیل می‌دهد. یک ترانسفورماتور، از دو سیم‌پیچ که بر روی یک هسته‌ی مغناطیسی (مثلاً آهن) پیچیده شده‌اند، درست شده است. جریان متناوب از سیم‌پیچ اولیه

عبور کرده، انرژی را به آن می‌رساند. این انرژی با تبدیل به میدان مغناطیسی، به هسته منتقل می‌شود. در هسته، میدان مغناطیسی، مرتب تغییر مقدار می‌دهد. به این ترتیب در سیم پیچ ثانویه، یک ولتاژ القا می‌شود. اگر در مدار سیم پیچ ثانویه یک مصرف کننده قرار داشته باشد، در این صورت در ثانویه، جریانی جاری می‌شود و انرژی به مصرف کننده می‌رسد شکل (۷-۸). در واقع انرژی الکتریکی از سیم پیچ اولیه به وسیله هسته مغناطیسی به سیم پیچ ثانویه منتقل می‌شود. در شکل (۸-۸)، انواع هسته را که در ترانسفورماتورهای تک فاز به کار می‌روند، می‌بینیم.



شکل ۷-۸ - نمای ساده‌ی یک ترانسفورماتور

اغلب بدون ذکر نام سیم پیچ اولیه یا ثانویه، سیم پیچ‌های ترانسفورماتور را براساس ولتاژ آن‌ها نام گذاری می‌کنند. سیم پیچی که برای ولتاژ کم ساخته شده است، سیم پیچ فشار ضعیف و سیم پیچی را که برای ولتاژ زیاد درست شده است، سیم پیچ فشار قوی می‌نامند.

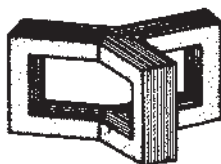


شکل ۸-۸ - انواع هسته‌های ترانسفورماتور

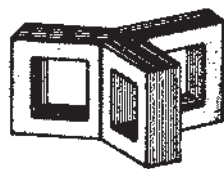
ترانسفورماتورهای سه فاز: اگر هسته‌های آهنی سه ترانسفورماتور یک فاز را مطابق شکل کنار هم قرار دهیم و بر روی بازوی هر هسته، سیم پیچ‌های فشار ضعیف و فشار قوی را بپیچیم و آن‌ها را به شبکه‌ی سه فاز وصل کنیم، در هر هسته، فوران جاری می‌شود. در نوعی از این ترانسفورماتورها، سیم پیچ‌ها به ولتاژهایی وصل شده‌اند که با هم اختلاف فاز 120° دارند. در انواع دیگر، می‌توان بازوها را در یک سطح کنار هم قرار داد شکل (۸-۹). هسته در تمام ترانسفورماتورها، از صفحاتی با ضخامت کم که کنار هم قرار گرفته‌اند، تشکیل می‌شود.



ج — شکل معمول
هسته‌ی ترانسفورماتورهای سه فاز



ب — بازوی وسط حذف شده



الف — سه هسته‌ی ترانسفورماتور
یک فاز در کنار هم

شکل ۸-۹ — انواع شکل‌های هسته‌ی ترانسفورماتورهای سه فاز

انواع ترانسفورماتورهای معدنی

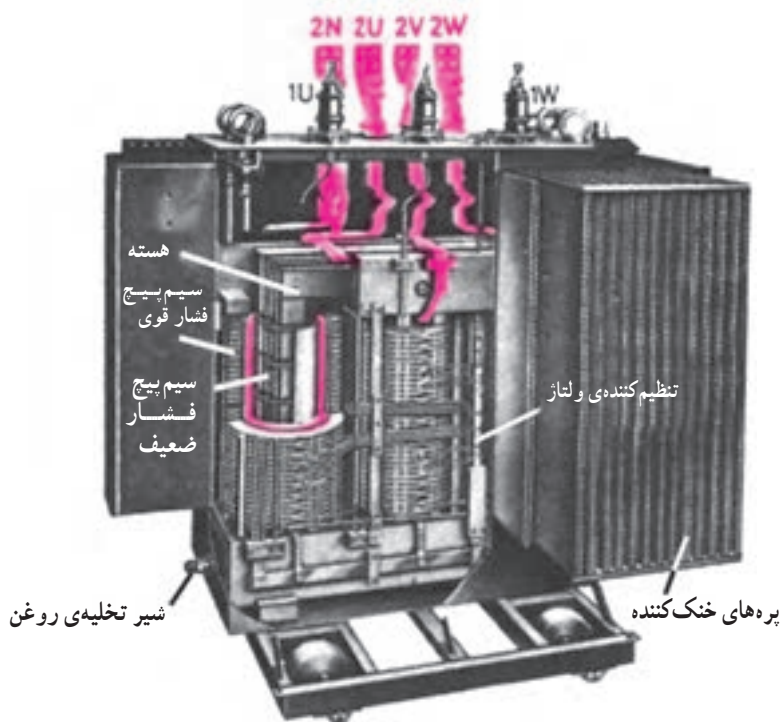
۱- ترانسفورماتور روغنی؛

۲- ترانسفورماتور با عایق مایع؛

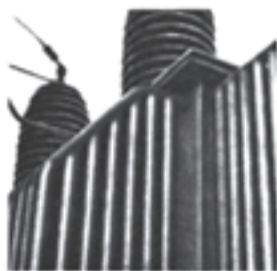
۳- ترانسفورماتور هوایی؛

۴- ترانسفورماتور با کوارتز.

ترانسفورماتور روغنی: این نوع ترانسفورماتورها را در یک محفظه‌ی نفوذ ناپذیر متان قرار داده و درون محفظه، روغن می‌ریزند و برای بهتر خنک شدن روغن، لوله‌هایی به محفظه مربوط می‌کنند به طوری که در اثر اختلاف حرارت، جریان ملایمی از روغن در آن‌ها برقرار می‌شود. ایراد این نوع ترانسفورماتورها، آن است که به علت جذب کردن رطوبت توسط روغن، در طول زمان، خاصیت عایق بودن آن‌ها کم می‌شود. از طرفی روغن قابل اشتعال بوده، وجود آن در معادن زیرزمینی خطرناک است. یکی دیگر از عیب‌های این ترانسفورماتورها، تولید اسید در روغن است که عایق‌های پیچک‌ها را زود فاسد می‌کند شکل (۱۰-۸).



الف - پره ای



ب - لوله ای



ج - رادیاتوری

شکل ۱۰-۸ - ساختمان ترانسفورماتور روغنی و بدنه ی مخزن ترانسفورماتورهای سه فاز روغنی

ترانسفورماتور با عایق مایع: در این نوع ترانسفورماتورها از پیرالین (نوعی مایع) به عنوان عایق استفاده می کنند تا در مقابل نفوذپذیری متان، مقاوم باشد. این مایع از جنس نسوز است؛ ولی قیمت آن در بازار گران است. این ترانسفورماتور احتیاج به محفظه‌ی ضد متان که سنگین و گران قیمت است، ندارد.

ترانسفورماتور هوایی: ترانسفورماتور هوایی دارای محفظه‌ی ضد متان است و از حلقه‌های غیرمسلحی تشکیل شده است که درجه‌ی حرارت آن ممکن است به 180°C نیز برسد. این نوع ترانسفورماتور قابل نصب بر روی واگن است که در طرفین آن، محفظه‌های ضد متان برای قراردادن وسایل حمایتی تعبیه می شود، محفظه‌های ذکر شده دارای کلیدهای خودکار و وسیله‌ی اندازه گیری درجه‌ی عایق بندی و ولت متر و اتصال به زمین و غیره هستند. اشکال این نوع ترانسفورماتورها، نفوذ هوای مرطوب به محفظه‌ی ضد متان است که باید بعضی اوقات آن را به وسیله‌ی فن خنک کرد.

ترانسفورماتور با کوارتز: ترانسفورماتور در جعبه‌ی فلزی معمولی ای قرار دارد. داخل جعبه پر از ماسه‌ی نرم کوارتزی است. فضای خالی بین دانه‌های ماسه‌ی نرم بسیار کم است؛ بنابراین محلی برای جمع شدن گاز متان درون جعبه وجود ندارد. به علاوه در حمل و نقل نیز آسیبی به پیچک‌های ترانسفورماتور وارد نمی شود. تحمل بار اضافی در بهره برداری عادی، بسیار مهم است و چون ترانسفورماتور یا کوارتز متحمل بار اضافی نسبتاً زیادی می شود، کاربرد این نوع ترانسفورماتور در معادن، زیاد است. درب جعبه‌ی فشار ضعیف دارای ضامنی است که اگر آن را بکشیم، فوراً جریان قوی قطع می شود؛ بنابراین بدون وجود برق در جعبه، می توان آن را باز کرد. این ترانسفورماتور را می توان به آسانی حمل کرد و یا نزدیک به مرکز توزیع آن را در راهروها نصب کرد. به علت این که مقطع عرضی آن کم است، فضای کمی را در گالری اشغال می کند.

شین و شین بندی

تمام ژنراتورها و ترانسفورماتورها و سیم ها و کابل های پست های برق فشار قوی که ولتاژ مساوی دارند، با رسانایی به نام «شین» در هر فاز به هم وصل می شوند. در «شین» تمام انرژی ژنراتورها و یا ترانسفورماتورها و یا هر دو به هم می پیوندند و از آن جا به طور مستقیم، با همان ولتاژ و یا به کمک ترانسفورماتور با ولتاژ دیگر، به مصرف کننده ها و یا شین های دیگر هدایت می شوند؛ لذا می توان گفت که شین وسیله‌ی جمع و پخش انرژی برق در هر واحد پست برق است.

سیستم اتصال به زمین

این سیستم از جمله مهم‌ترین اجزاء پُست‌های اصلی و فرعی است که برای ایمنی به کار می‌رود. در پست‌های برق، تمام مدارهای اتصال به زمین جمع‌آوری می‌شوند و از آن‌جا به طرف چاه مخصوصی هدایت می‌شود که به آن چاه اتصال به زمین می‌گویند.

برق‌گیر

این وسیله جریان‌های حاصل از رعد و برق را گرفته و به وسیله‌ی مدار جداگانه، (بدون آن که آسیبی به سیم‌ها و تجهیزات برسد) به زمین منتقل می‌کند.

کلیدهای فشار قوی در پُست‌های اصلی فشار قوی

کلیدهای فشار قوی را می‌توان برحسب وظایفی که به عهده دارند به انواع مختلف زیر تقسیم‌بندی

کرد :

۱- کلید بدون بار یا «سکسیونر»؛

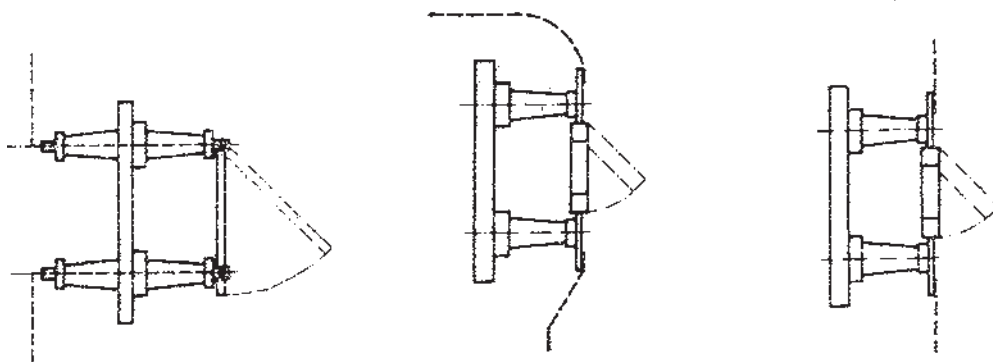
۲- کلید قابل قطع زیر بار یا سکسیونر قابل قطع زیر بار؛

۳- کلید قدرت یا «دیژنکتور».

۱- قطع‌کننده یا سکسیونر: ساختمان این کلید فشار قوی را در زیر گروه‌های مربوطه

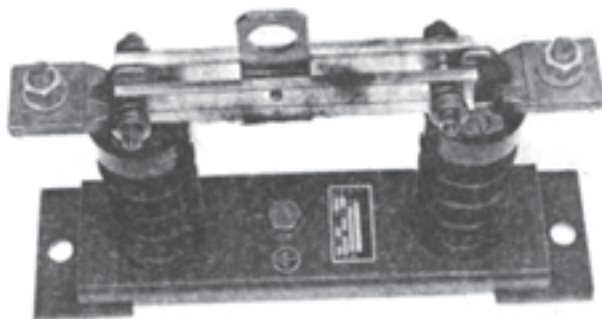
خواهیم دید. سکسیونر کلیدی است که نمی‌توان آن را زیر بار قطع کرد، بلکه هنگام قطع برق، وسیله‌ی قطع‌کننده‌ای است که برای ایمنی به کار می‌رود. قطع و وصل سکسیونر، باید بدون ایجاد جرقه انجام گیرد. طرح انواع سکسیونر در شکل (۸-۱۱) مشاهده می‌شود. در حالت وصل بودن کلید و ارتباط برقرار کردن بین دستگاه‌ها، نباید هیچ نوع جریانی با هر شدتی به کلید آسیب وارد کند و یا باعث گرم کردن، ایجاد ارتعاش و یا باز شدن تیغه‌ی کلید شود.

این کلید در حالت قطع، باید دارای قدرت عایقی بسیار قوی، در دو سر تیغه‌ی باز کلید باشد؛ زیرا سکسیونر باز، در حقیقت حفاظت افرادی را که در شبکه‌ی بدون ولتاژ شده کار می‌کنند، به عهده دارد. به عبارت دیگر از این کلید برای حفظ ایمنی هنگام تعمیر و نگهداری سیستم استفاده می‌شود. سکسیونر برای حفاظت افراد در مقابل برق‌زدگی نیز کاربرد دارد. برای این منظور، طوری ساخته شده است که در حالت قطع یا وصل، محل قطع شدگی یا چسبندگی به‌طور واضح و آشکار قابل رؤیت باشد و در هوای آزاد انجام گیرد.



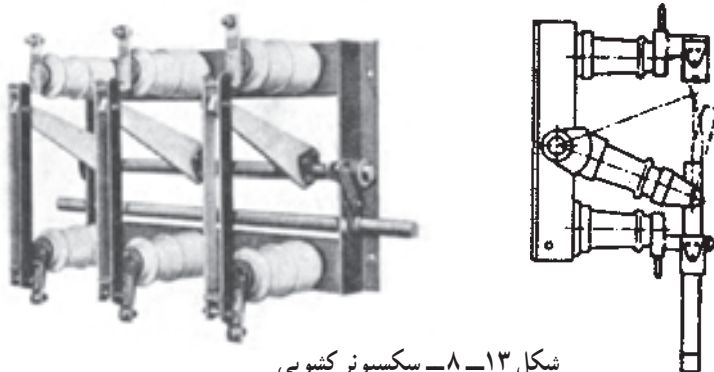
شکل ۸-۱۱ - طرح انواع قطع کننده یا سکسیونر

سکسیونر را می توان به طور عمومی از نظر ساختمانی به انواع مختلف زیر تقسیم نمود:
الف - سکسیونر تیغه ای: این سکسیونرها دارای تیغه یا تیغه هایی هستند که در ضمن قطع کلید، عمود بر سطح افق حرکت می کنند و در بالای پایه قرار می گیرند شکل (۸-۱۲).



شکل ۸-۱۲ - سکسیونر تیغه ای

ب - سکسیونر کشویی: در این سکسیونرها تیغه ی متحرک، در موقع قطع، در امتداد خود حرکت می کند شکل (۸-۱۳).



شکل ۸-۱۳ - سکسیونر کشویی

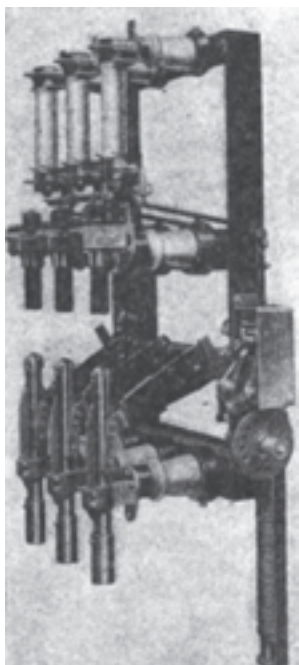
ج- سکسیونر دورانی: این سکسیونرها برای ولتاژهای بالا در قسمت ورودی خط پست‌های

برق، ساخته می‌شوند. عوامل خارجی مانند فشار باد و برف و غیره نمی‌تواند باعث وصل بی‌موقع آن‌ها گردد. یا به علت یخ‌زدگی «کنتاکت‌ها» در زمستان احتیاج به نیروی اضافی برای باز کردن آن‌ها نیست شکل (۱۴-۸).



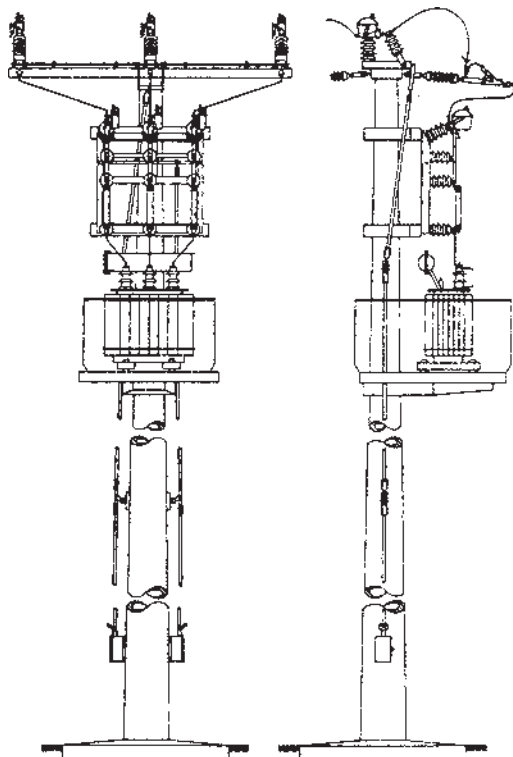
شکل ۱۴-۸- سکسیونر دورانی

۲- سکسیونر قابل قطع زیر بار: کلید قابل قطع زیر بار، کلیدی است که باید وظیفه‌ی یک سکسیونر را انجام دهد؛ یعنی ضمن برداشتن ولتاژ، یک قطع‌شدگی قابل رؤیت و مطمئن در مدار شبکه‌ی فشار قوی به وجود آورد. لذا هر سکسیونر قابل قطع زیر باری، باید دارای وسیله‌ای برای قطع فوری جرقه باشد. موارد استعمال سکسیونر قابل قطع زیر بار: نظر به این که کلید قابل قطع زیر بار، برای فشار نامی تا ۲۰ کیلووات ساخته می‌شود، مورد استعمال آن فقط در تأسیسات فشار متوسط است. وسیله‌ی قطع و وصل این کلیدها اغلب دستی است. شکل (۱۵-۸) یک سکسیونر قابل قطع زیر بار را با محفظه‌ی احتراق نشان می‌دهد.



شکل ۱۵-۸- یک سکسیونر قابل قطع زیر بار با محفظه‌ی احتراق

سکسیونر قابل قطع زیربار برای قطع و وصل مدار سیم‌های ناقل انرژی، کابل‌های خروجی ترانسفورماتورهای کم قدرت شکل (۸-۱۶) و همچنین قطع و وصل مدارها و شبکه‌های حلقه‌ای و مسدود بسیار مناسب است.



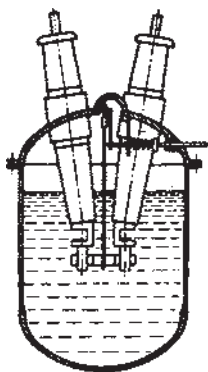
شکل ۸-۱۶- سکسیونر قابل قطع زیربار بین سیم‌های هوایی نقل انرژی و یک ترانس کم قدرت

۳- کلید قدرت یا دیژنکتور: «دیژنکتور» کلیدی است که می‌تواند در موقع لزوم، جریان عادی شبکه و در موقع خطا، جریان اتصال کوتاه و جریان اتصال به زمین و یا هر نوع جریانی را به سرعت قطع کند. این کلید قادر است مدار الکتریکی را در ضمن عبور هر نوع و هر شدت جریانی، قطع و هر شبکه‌ای اتصال یافته را به مولد برق وصل کند.

انواع کلیدهای قدرت یا دیژنکتور عبارتند از:

الف- کلید روغنی: در کلید روغنی در درجه‌ی اول، از روغن به عنوان عایق استفاده می‌شود. به این جهت هر چه فشار الکتریکی شبکه بیش‌تر باشد، حجم روغن داخل کلید نیز زیادتر می‌گردد. طرز عمل این کلید به این صورت است که در موقع قطع کلید و جدا شدن تیغه از کنتاکت،

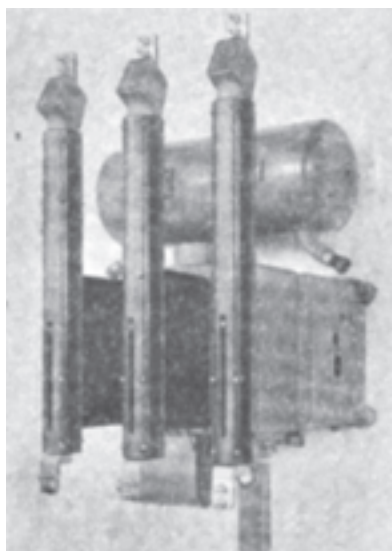
تراکم جریان در يك نقطه از كنتاكت ها به قدری زياد می شود كه باعث شروع جرقه در آن محل می گردد. در اثر حرارت شديد جرقه، روغن تجزيه شده، ايجاد گاز می كند كه به صورت حبابی اطراف جرقه را می پوشاند. با جدا شدن هرچه بيش تر تيغه از كنتاكت ثابت و طويل شدن جرقه، حباب گازی نيز بزرگ تر می شود. در ضمن اين كه مقداری از حرارت جرقه، صرف بخار كردن و تجزيه ی روغن می شود. در اثر ازدياد بيش از حد طول جرقه، قوس می شكند و جرقه، قطع می گردد شكل (۱۷-۸).



شكل ۱۷-۸- كليد روغنی

ب- كليد اكسیپانزیون (آبی): داخل اين كليد آب به عنوان ماده ی خاموش كننده ی جرقه قرار دارد و به همین جهت اغلب كليد آبی نيز ناميده می شود.

يکی از بهترين خواص اين كليد اين است كه چون آب داخل محفظه ی احتراق قابل اشتعال نيست، هيچ گونه انفجاری كليد را تهديد نمی كند و مانند كليدهای روغنی باعث آتش سوزی نمی شود.



ج- كليد هوایی: در تمام كليدهای كه تا به حال شرح داده شد، ماده ی اوليه ی خاموش كننده ی جرقه، مايع است و چون در اين نوع كليدها عواملی كه در خاموش كردن جرقه مؤثر است، در اثر انرژی خود جرقه، از تجزيه ی روغن تهيه و آماده می شود، همه ی آن ها كم و بيش، تابع شدت جريان زمان قطع هستند. به عبارت ديگر، قدرت قطع جريان، تابع شدت جريان است. در كليدهای هوایی، برای خاموش كردن جرقه و خنك كردن آن، از هوای سرد تحت فشار استفاده می شود شكل (۱۸-۸).

د — کلید SF_6 : در این نوع کلیدها از گاز SF_6 (هگزا فلورید گوگرد) به عنوان ماده‌ی خاموش‌کننده‌ی جرقه و عایق بین دو کنتاکت و نگه‌دارنده‌ی ولتاژ، استفاده می‌شود.

کلیدهای فشار ضعیف

این کلیدها در تأسیسات برق فشار ضعیف برای قطع و وصل مدارهای مختلف الکتریکی و هم‌چنین برای حفاظت سیم‌ها، تأسیسات و مصرف‌کننده‌های بزرگ در معادن مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما از آنجایی که هنجاریان در درس مبانی تکنولوژی برق صنعتی با آن‌ها آشنایی پیدا کرده‌اند؛ لذا از شرح مجدد این کلیدها و انواع آن‌ها صرف‌نظر می‌شود.

تابلوهای اصلی برق^۱

همان‌طور که می‌دانید برای کاهش تلفات انرژی الکتریکی در مسیر تولید تا مصرف، ابتدا در محل تولید، ولتاژ را به وسیله‌ی ترانسفورماتور افزایش داده، سپس در نزدیکی محل مصرف، ولتاژ را مجدداً کاهش می‌دهند. این ولتاژ کاهش داده شده، باید بین مصرف‌کننده‌ها توزیع شود. نقش تابلوهای برق، در واقع توزیع انرژی الکتریکی بین مصرف‌کننده‌هاست. تابلوهای توزیع، بسته به نیاز، در ابعاد مختلف و هم‌چنین از نظر تجهیزات برای کاربردهای مختلف ساخته می‌شوند. در شکل زیر نمونه‌هایی از این تابلوها را مشاهده می‌کنید.

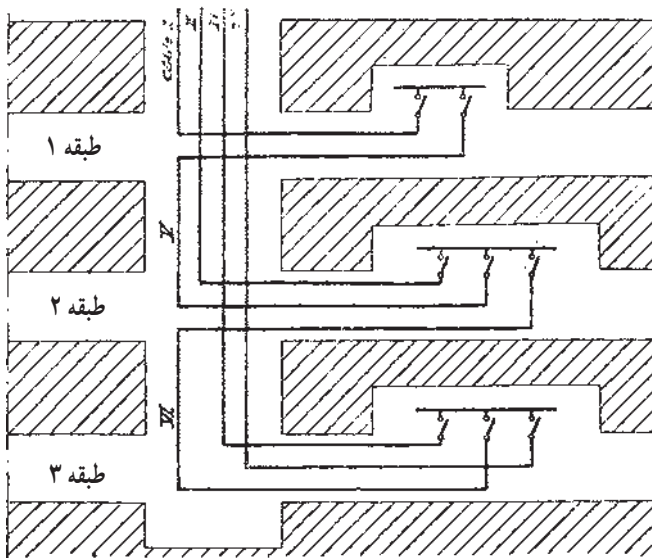


شکل ۱۹-۸ — تابلوهای برق بیرون از معدن

۱- در مورد تابلوهای الکتریکی هنجاریان در درس مبانی تکنولوژی برق صنعتی، اطلاعات لازم را آموخته‌اند.

انتقال برق به داخل معادن

کابل فشار متوسط را با وسایل نگه‌دارنده‌ی مخصوص در چاه و یا در گمانه نصب می‌کنند. کابل باید مسلح و دارای جدار عایق الکتریکی مقاوم برای هر سیم باشد. در صورتی که سیم‌های فولادی در تمام مقطع کابل توزیع شده باشد، می‌توانند وزن کابل را تحمل کنند. در پایین گمانه یا چاه یک کلید خودکار نصب می‌شود و بعد از آن، تابلوهای توزیع برق را تعبیه می‌کنند و از آن‌جا انشعاب‌هایی برای یک‌سوکننده‌ی حمل و نقل و یا روشنایی و ترانسفورماتورهای مخصوص تغذیه‌ی ماشین‌ها و غیره ترتیب می‌دهند.



شکل ۲۰-۸ انتقال کابل در معادن زیرزمینی، مسیر هر یک از کابل‌ها را دنبال کنید.

تعداد کابل در چاه و یا گمانه، معمولاً مضاعف است به طوری که یکی از آن‌ها همیشه یدکی است. اگر معدن چند طبقه باشد، برای هر طبقه یک کابل در نظر گرفته می‌شود. بین وسایل به کار رفته در طبقات، باید بتوان بدون خطر ارتباط برقرار کرد. شکل (۲۰-۸) به علت این که در چاه ورود هوا در هر حال متان یافت نمی‌شود، از نظر ایمنی نصب کابل‌ها در آن، بهتر است.

نصب کابل در راه‌روها: برای حمل قرقره‌ی کابل، معمولاً یک ارابه‌ی مخصوص می‌سازند. برای انجام تعمیرات قسمت‌های مختلف، تابلو و گنجه‌ها و جعبه‌ها را باید طوری بسازند که حیوانات کوچک مانند موش به داخل آن‌ها راه نیابند. در محلی که تابلوها را نصب می‌کنند، دو مدخل متناظر

قرار می‌دهند تا در صورت لزوم بتوانند از آن‌ها استفاده کنند.

انشعاب‌های داخلی: در قدیم که وسایل مربوط به جریان متوسط که ضد متان باشد در اختیار نبود، در هر بخش یک مرکز مهم ترتیب می‌دادند و از آن‌جا به بعد، کابل‌های جریان ضعیف را منشعب می‌کردند. این طریقه طول کابل‌های جریان ضعیف را زیاد می‌کرد. و چون از نظر ایمنی بهتر است که طول انشعاب‌های فشار ضعیف کم باشد؛ بنابراین وسایل ایمنی مخصوص برای توزیع جریان فشار متوسط تعبیه کردند. در حال حاضر، جریان فشار متوسط را نزدیک‌تر به کارگاه حمل می‌کنند؛ لذا تابلوی تقسیمات فشار متوسط ضد متان را کنار راهرو قرار داده کابل انشعاب را به آن مربوط می‌کنند. کنار کارگاه، یک ترانسفورماتور قابل حمل و نقل قرار می‌دهند و یک تابلوی تقسیمات، آن را به چند شعبه تقسیم می‌کند و کابل را به تدریج در راهرو باز می‌کنند. کابل‌ها را روی گیره‌هایی که در جدار راهرو قرار داده، نصب می‌کنند. کابل باید آزادانه روی گیره‌ها واقع شود؛ بنابراین طول آن ۵ تا ۱۰ درصد بیش از طول راهرو خواهد شد.

تابلوهای توزیع برق در معدن: تابلوهای توزیع را در پذیرگاه‌ها و یا پمپ‌خانه‌ها قرار می‌دهند که جریان برق را به انشعاب می‌رساند. تابلوها معمولاً مجهز به وسایل زیر هستند:

- ۱- دو یا چند کلید خودکار ورودی؛
 - ۲- یک یا دو کلید خودکار برای ترانسفورماتورهای مخصوص ماشین‌های پذیرگاه؛
 - ۳- یک یا چند کلید خودکار برای فرمان و حمایت پمپ‌های اصلی؛
 - ۴- چند عدد کلید خودکار برای حمایت هر یک از انشعاب‌های بخش؛
 - ۵- یک یا دو کلید خودکار برای حمایت ترانسفورماتور مخصوص روشنایی و علایم؛
 - ۶- چند عدد کلید خودکار برای حمایت کابل‌های مرکز یک سوکننده‌ها.
- وسایل لازم برای جدا کردن، هر یک از قسمت‌های تابلو از مدار برق را به جعبه‌های کارگاهی مخصوص ماشین «هاواژ»، حرکت‌دهنده‌ی «ناو» و یا نوار و «ونتیلاتور» فرعی و «پرفرانورس» و غیره می‌رسانند.

یک سوکننده‌ها: عموماً جریان برق استاندارد معادن همان برق متناوب سه فاز است. برای مصرف برق در رله‌ها و لوکوموتیوها ولتاژ باطری‌ها با استفاده از یک سوکننده‌ها تأمین می‌شود، یک سوکننده‌ها، برق متناوب را به برق مستقیم تبدیل می‌نمایند.

کلید برای جریان با فشار قوی: اصولاً جریان با فشار قوی را به معادن زیرزمینی وارد نمی‌کنند؛ بلکه فشار آن را کاهش داده، به وسیله‌ی کابل وارد معدن می‌کنند و کلیدهای فشار قوی را

اکثراً بیرون از معادن زیرزمینی و در پست‌های برق کار می‌گذارند اغلب این کلیدها را در پذیرگاه قرار می‌دهند. چون اصولاً در انتهای چاه ورود هوا، گاز متان یافت نمی‌شود، به کار انداختن کلید از نظر ایمنی چندان اشکالی ندارد. عملاً در معادن، برق فشار قوی را تا نزدیکی چاه حمل می‌کنند.

— **کلیدهای معدنی:** این کلیدها برای جریان با فشار قوی و متوسط، باید ضد نفوذ گاز متان باشند؛ در غیراین صورت در اثر جرقه، انفجار به وجود خواهد آمد بنابراین دو نوع کلید برای جریان با فشار قوی در معادن به کار برده شده است که عبارت‌اند از کلیدهایی که درون جعبه‌ی آن‌ها وسیله‌ای برای جذب گاز متان قرارداد دارد و یا کلیدهایی که هر یک از فازهای آن‌را در محل جداگانه‌ای که دارای محفظه‌ی ضد متان باشد، قرار می‌دهند. کلیدها را به شکلی می‌سازند که مدت عمل آن‌ها تابع طرز کار مشخصی نباشد.

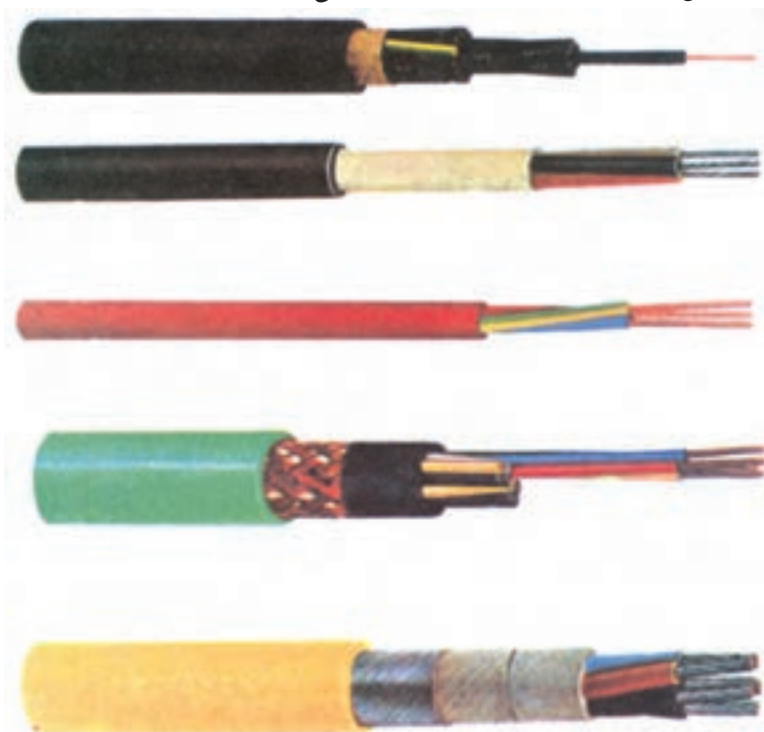
— **جعبه‌ی کارگاهی:** یکی از ضروری‌ترین وسایل الکتریکی در معادن، جعبه‌ی کارگاهی است که مخصوص یک موتور به کار برده می‌شود. این جعبه، دارای ۲ خانه است که هر دو آن‌ها ضد نفوذ گاز متان می‌باشند و محل ورود کابل به آن‌ها را نیز، ضد نفوذ گاز متان می‌سازند. طرف بالای آن دارای کلیدی است که جریان برق را به قسمت پایین جعبه می‌فرستد و در قسمت زیر، وسایل حفاظتی لوازم و وسایل فرمان از دور قرار می‌دهند. درب قسمت زیر دارای ضامن‌ی است که اگر آن‌را باز کنند، جریان برق قطع می‌شود. به‌طور کلی سیم‌کشی و ساختمان درونی جعبه که مربوط به جریان ضعیف است، در تمام جعبه‌ها یک‌سان است؛ ولی سیم‌کشی‌های نازک که مربوط به وسایل فرمان از دور است، برحسب نوع موتوری که فرمان می‌گیرد، متفاوت است.

کابل‌ها

هنگام انتقال انرژی الکتریکی با توان بالا، برای کاهش تلفات حرارتی در سیم‌ها ولتاژ را می‌افزایند و جریان را کاهش می‌دهند. برای ولتاژ زیاد از عایق ضخیم متناسب با جنس عایق و ولتاژ آن استفاده می‌شود. چنین سیمی را که دارای عایق مناسب است، «کابل» می‌نامند. کابل در معادن برای انتقال انرژی برق به دو صورت هوایی و زمینی به کار می‌رود. متداول‌ترین عایق‌های جدید به کار رفته در کابل‌ها از جنس «PVC» هستند.

نکاتی چند در مورد کابل‌ها: از کابل با عایق «PVC»، نباید در نقاطی که درجه‌ی حرارت، زیر صفر است در کابل‌کشی استفاده کرد. در صورت سرد بودن محیط، باید قبلاً کابل را در اتاقی قرار دهیم تا گرم شود. البته سرد بودن محیط بعد از عملیات کابل‌کشی به کابل صدمه‌ای نمی‌زند.

اگر کابل درون خاک گذاشته شود، باید گودالی به عمق ۷۰ سانتی متر حفر کنیم و کابل را در این گودال درون خاک نرم به ارتفاع ۲۰ سانتی متر قرار دهیم و بعد روی آن آجر و روی آجر خاک معمولی بریزیم. برای محافظت بیش تر کابل، می توان از کانال سیمانی یا آجری استفاده کرد. انواع عمومی کابل در شکل های (۸-۲۱) و (۸-۲۲) ملاحظه می شود.



شکل ۸-۲۱- انواع عمومی کابل

علائم کابل ها: در کابل های فشار ضعیف، عایق رشته ی داخلی کابل با رنگ خاصی مشخص می شود ولی در کابل های فشار قوی، باید هنگام اتصال دقت شود؛ زیرا رنگ تمام رشته ها یکسان است. شکل های (۸-۲۱) و (۸-۲۲) رنگ متداول در کابل های فشار ضعیف به شرح زیر است:

- کابل دو رشته ای خاکستری روشن و سیاه؛
- کابل سه رشته ای خاکستری روشن و سیاه و قرمز؛
- کابل چهار رشته ای خاکستری روشن و سیاه و قرمز و آبی؛
- کابل پنج رشته ای خاکستری روشن و سیاه و قرمز و آبی و سیاه.

در کابل های فشار ضعیف، سیم خاکستری، همیشه به عنوان سیم خنثی و سیم قرمز، برای محافظت به کار می رود.



شکل ۲۲-۸ - انواع کابل‌ها از نظر تعداد رشته‌ها

مشخصات عمومی کابل: کابل مجموعه‌ای از ۳ تا ۵ رشته سیم و یا تک رشته‌ای است که به دور هم تابیده شده‌اند. هر یک از سیم‌ها دارای روپوش عایق هستند و مجموعه‌ی سیم‌های تابیده شده، در داخل غلاف استوانه‌ای قرار می‌گیرند. جنس سیم‌ها اصولاً مس و قلع‌اند و یا آلومینیومی هستند و کابل‌ها دارای روپوشی هستند که از پارچه‌ی فلزی ساخته شده‌اند و جریان ضعیفی را از آن عبور می‌دهند. سطح مقطع هادی کابل دایره‌ای یا مثلثی است. روپوش مسلح کابل‌ها به صورت جداری از مواد پلاستیکی است که درون آن تعداد کافی سیم فولادی قرار داده‌اند و یا آن که سیم فولادی را به طرز مناسبی روی کابل می‌پیچند.

کابل‌ها بنابر محل مصرف به‌طور عمومی، به انواع زیر تقسیم می‌شوند :

کابل مسلح: این کابل دارای روپوش مسلح است و اگر آن را در چاه به کار بریم، باید مقاومت مکانیکی کافی برای تحمل وزن خودش را داشته باشد.

کابل نیمه نرم: این کابل را با روپوش مسلح نرم و یک جدار حمایت‌کننده می‌سازند.

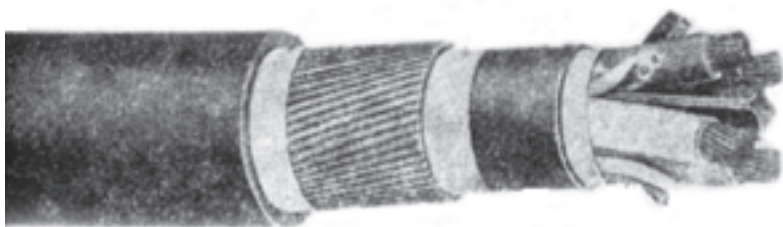
کابل نرم: کابلی بسیار نرم است که دارای روپوش محافظ الکتریکی است.

کابل معدنی

کابل‌های قابل استفاده در معادن، باید دارای خصوصیات زیر باشند.

- ۱- مقاومت مکانیکی بالایی داشته باشند ؛
- ۲- در مقابل ضربه‌ها مقاوم باشند و زخمی نشوند ؛
- ۳- در برابر آب و رطوبت مقاوم باشند ؛
- ۴- تا آن‌جا که ممکن است از جنس نسوز باشند و حریق را منتقل نکنند ؛
- ۵- در برابر عوامل خورنده مقاوم باشند.

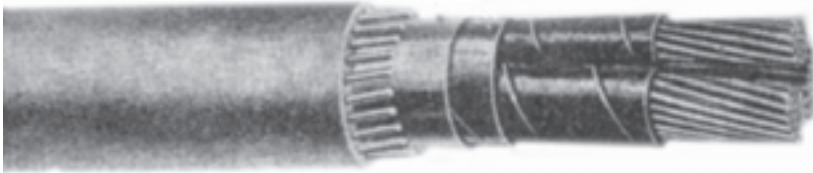
کابل‌ها متناسب با ماشین‌آلات به کار می‌روند شکل (۲۳-۸). مثلاً برای دستگاه‌های کاملاً ثابت، مانند ترانسفورماتورهای ثابت و پمپ‌های ثابت از کابل مناسب برای این حالت، (ثابت بودن) استفاده می‌شود. برای ماشین‌آلات نیمه متحرک، مانند نوار باربری (که هنگام بهره‌برداری ثابت است ولی هنگام پیش‌روی کارگاه یا تونل یا موارد دیگر جابه‌جا می‌شود) از کابل‌های مناسب این حالت و برای ماشین‌آلات متحرک، مانند پرفراتوریس، کامیون معدنی و ماشین‌های هواژ و غیره از کابلی استفاده می‌شود که تمام مزایای پنج‌گانه‌ی فوق را داشته باشد.



شکل ۲۳-۸ - یک نوع کابل معدنی

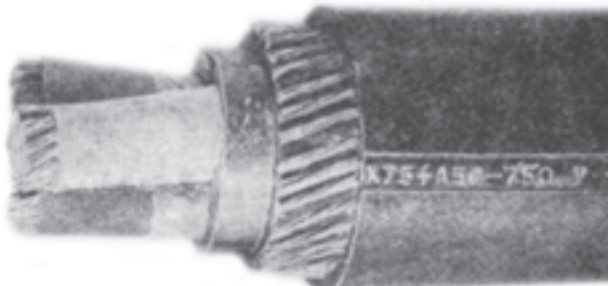
انواع کابل‌های معدنی

۱- **کابل مسلح فشار متوسط:** جریان برق با فشار زیاد، در معادن به کار برده نمی‌شود. حداکثر جریان با فشار ۵ کیلووات در معادن کاربرد دارد. که کابل‌های مورد استفاده در این فشار، کابل‌های فشار متوسط نام دارند. کابل مسلح برای فشار متوسط دارای سه رساناست که روپوش عایق آن‌ها کاغذی است و جدار بعدی آن نیز کاغذ است. این کابل را با روپوش نفوذناپذیر سربی می‌سازند و به وسیله‌ی سیم‌های فولادی مسلح می‌نمایند. کابل مسلح سفت بوده، قطر قرقره‌ی آن، باید حداقل 30° برابر قطر کابل باشد تا صدمه نخورد. این کابل باید با احتیاط از دور قرقره باز شود و داخل زمین یا چاه نصب شود؛ در غیر این صورت روپوش سربی آن شکاف برمی‌دارد و در برابر رطوبت، آب و مواد خورنده قابل نفوذ خواهد بود. از روپوش سربی و مسلح آن به عنوان سیم چهارم که به زمین اتصال دارد، استفاده می‌شود. بنابراین عموماً کابل‌های مسلح را با سه رسانا می‌سازند.



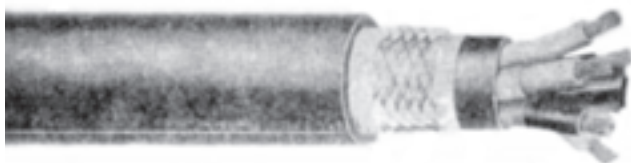
شکل ۲۴-۸- کابل مسلح فشار متوسط معدنی

کابل مسلح فشار ضعیف: این کابل را برای جریان‌های کم‌تر از 75° ولت به کار می‌برند. این کابل دارای سه یا چهار رسانای عایق شده به وسیله‌ی کائوچو است و روپوش نفوذناپذیر آن از جنس «پلی کلروپرن» می‌باشد. جدار مسلح کامل، مرکب از سیم‌های فولادی است که درون ماده‌ی پلاستیکی نام برده واقع شده است. قطر قرقره‌ی آن، باید حداقل 20° برابر قطر خودش باشد. این کابل در راهروهای معدنی نصب می‌شود و برای انتقال برق از جعبه‌های تقسیم تا ابتدای بخش‌های معدن کاربرد دارد.



شکل ۲۵-۸- کابل مسلح فشار ضعیف معدنی

کابل نیمه نرم: این کابل مخصوص جریان با فشار ضعیف است و دارای سیم‌های عایق شده‌ی اصلی و رساناهای فرمان و محافظ الکتریکی است که با کائوچوی نرم، عایق شده و روپوش بیرونی آن از جنس پلی کلروپرن است. این کابل، مسلح به سیم‌های فولادی پهلوی هم بوده و نسبتاً نرم می‌باشد، قطر قرقره‌ی آن حداقل ۱۲ برابر قطر خودش است و بین تابلوهای کارگاه و ماشین‌های ثابت و نیمه ثابت به کار گرفته می‌شود شکل (۸-۲۶).



شکل ۸-۲۶ — کابل نیمه نرم معدنی

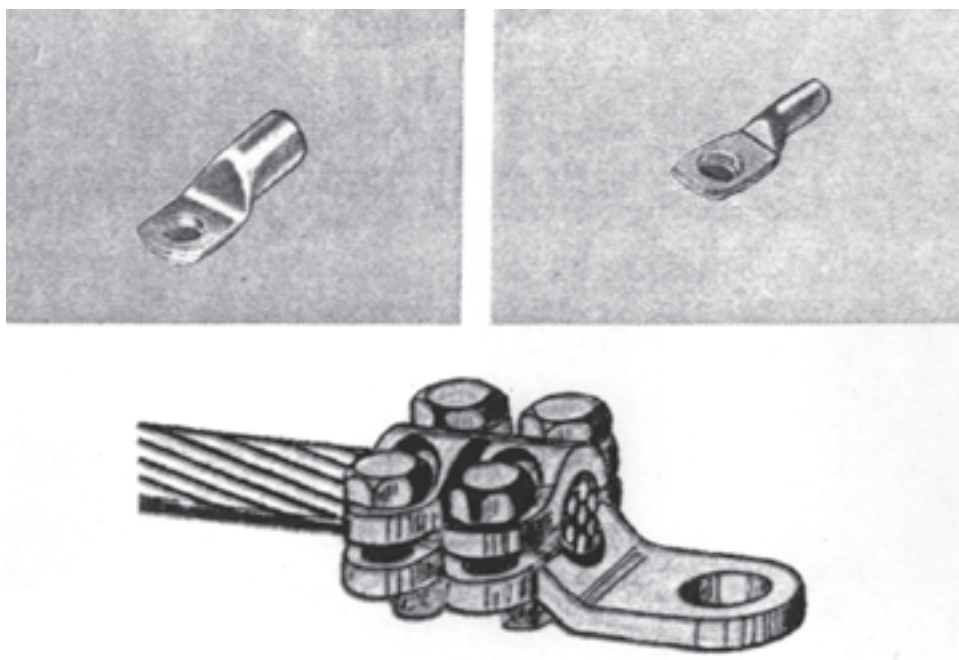
کابل نرم: کابل نرم را برای ارتباط ماشین‌های متحرک با تابلوهای کارگاهی به کار می‌برند. در دستگاه‌های هواژ، بارکننده‌ها، کامیون‌های معدنی و غیره از این کابل‌ها استفاده می‌شود. مشخصات کابل نرم مانند کابل نیمه نرم بوده، ولی مسلح نیست و دارای روپوش محافظ الکتریکی است شکل (۸-۲۷). چون کابل نرم همواره در معرض آسیب فراوان است، ساختمان آن مخصوص بوده، دارای سیم‌های نرم و کوچک است. کابل‌های نرم به منظوره‌های مختلف در چند نوع ساخته می‌شوند؛ مثلاً کابل مخصوص پرفرا توریس ۵ سیم دارد که سه سیم آن برای فازها، یک سیم آن بعنوان «خشی» عایق شده است و سیم پنجم، به زمین اتصال دارد. کابل نرم را می‌توان هشت برابر قطر خودش روی قرقره پیچید.



شکل ۸-۲۷ — کابل نرم معدنی

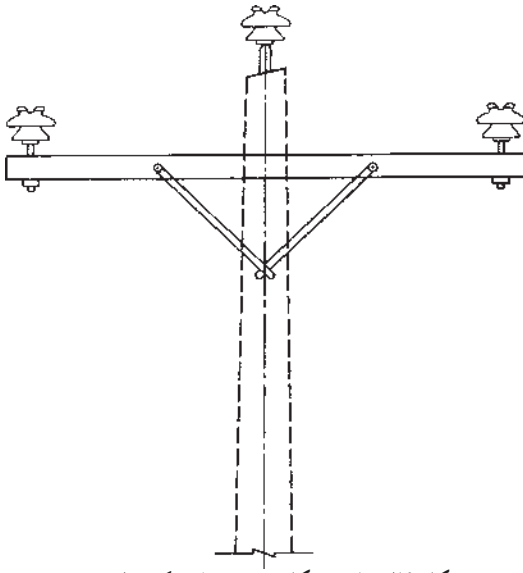
لوازم مختلف کابل‌ها: برای متصل کردن کابل‌ها به موتورها و یا به جعبه تقسیم‌ها و یا به تابلوها و یا به کابل دیگر، وسایل مختلفی به کار می‌رود که شامل سر کابل، اتصالی دو راهه و یا سه راهه و پریز نر و ماده و غیره می‌شود. تا جایی که ممکن است، برای انجام امور، باید از کابل یک تکه استفاده کرد. ولی برای بعضی از دستگاه‌های سیار، باید پریزهای نر و ماده به کار برد. این پریزها از یک طرف، دارای محل‌هایی برای قرار دادن شاخه‌ها است و طرف دیگر آن، دارای چند شاخه با طول‌های نامساوی است که با استفاده از نوعی سیستم محافظ الکتریکی کار می‌کند تا هنگام قطع و وصل کردن کل مجموعه، جرقه ایجاد نشود. شاخه‌ی مربوط به سیم اتصال به زمین، از همه بلندتر است به طوری که هنگام باز کردن، بعد از سایر شاخه‌ها از پریز خارج می‌شود.

اتصال کابل به مدار: برای اتصال کابل به تابلو توزیع یا مصرف‌کننده، از «کابل شو» یا «کفشک کابل» استفاده می‌شود. کابل شوها به دو شکل پرسی و لحیمی وجود دارند. از نظر شکل ظاهری کابل شوها شبیه فیش‌ها و ترمینال‌های اتصال هستند شکل (۲۸-۸).



شکل ۲۸-۸ — انواع کابل شوها

انتقال هوایی برق



یکی از راه‌هایی که می‌توان برق را از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر هدایت کرد، انتقال هوایی است. تجهیزات انتقال هوایی برق از پایه‌ها، کنسول‌ها و مقره‌ها تشکیل شده است شکل (۲۹-۸). که در زیر به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

شکل ۸-۲۹- شکل عمومی پایه، کنسول و مقره

پایه‌ها

پایه‌ها وسایلی هستند که وزن کنسول‌ها، مقره‌ها و سیم‌ها را با اختلاف ارتفاع از سطح زمین، تحمل می‌کنند. به این ترتیب که سیم‌های هوایی به مقره‌ها، مقره‌ها به کنسول‌ها، و کنسول‌ها به پایه‌ها محکم می‌شوند. در زیر به بررسی انواع آن‌ها می‌پردازیم.

پایه‌های چوبی: این پایه‌ها سبک هستند و به راحتی حمل و نقل می‌شوند اما اشکال آن‌ها این است که در برابر رطوبت می‌پوسند؛ برای جلوگیری از این امر آن‌ها را مانند چوب‌های معدنی اشباع می‌کنند. این پایه‌ها در برابر وزن سیم‌ها حداکثر تا ۳۰۰ کیلوگرم وزن را به راحتی تحمل می‌کنند و مخصوص شبکه‌های فشار ضعیف هستند. استفاده از این پایه‌ها تا فاصله‌ی ۱۰۰ متر مناسب است. پایه‌های بتنی: این پایه‌ها به دلیل این که از بتن مسلح ساخته شده‌اند، می‌توانند به طور متوسط ۱۰۰۰ کیلوگرم وزن را تحمل کنند و حداکثر ارتفاع آن‌ها ۱۴ متر است.

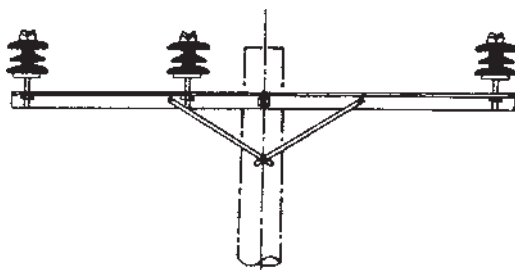
پایه‌های فولادی: این پایه‌ها از نظر ارتفاع، از کوتاه‌ترین تا بلندترین پایه‌ها را شامل می‌شوند. انواع ساده‌ی آن‌ها از لوله‌های توخالی ساخته می‌شوند.

کنسول‌ها

کنسول‌ها وسایلی هستند که مقره‌ها به آن‌ها متصل هستند، وظیفه‌ی دیگر آن‌ها این است که فاصله‌ی سیم‌های ۳ فاز، ثابت بماند. جنس آن‌ها از نبشی، ناودانی و بعضی مواقع چوب است که با

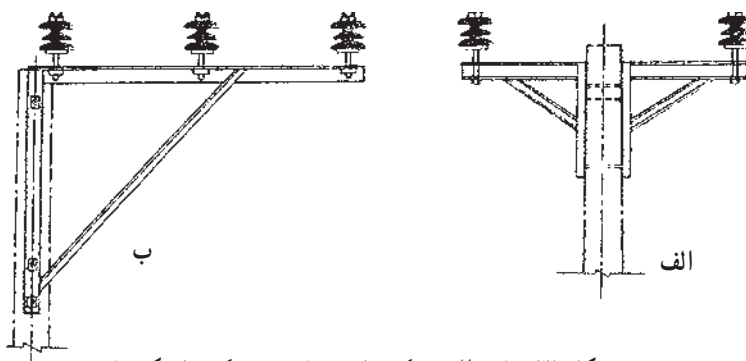
بست‌های مخصوص به پایه وصل می‌شوند. با توجه به این که اندازه‌ی فاصله‌ی سیم‌ها معین است، بنابراین کنسول‌ها را در اندازه‌های استاندارد می‌سازند در زیر انواع آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

کنسول افقی: این کنسول به‌طور ساده، بر روی پایه نصب می‌شود و توسط دو جزء تقویتی، محکم می‌شود. در هر طرف این کنسول، یک یا دو مقره، نصب می‌شود شکل (۸-۳۰).



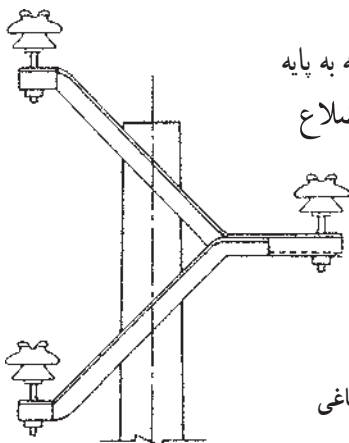
شکل ۸-۳۰- کنسول افقی

کنسول جانبی: اگر کنسول به صورت گونیا بر روی پایه محکم شود، به آن کنسول یک جانبه می‌گویند؛ و اگر قرینه‌ی آن نیز در طرف دیگر پایه به کار رود، کنسول دوجانبه نامیده می‌شود شکل (۸-۳۱).



شکل ۸-۳۱- الف - کنسول دو جانبه ب - کنسول یک جانبه

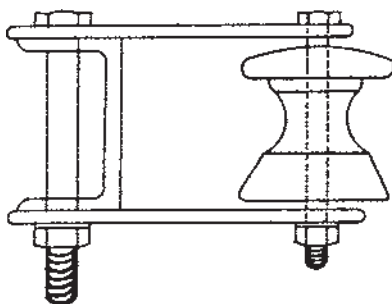
کنسول جناغی: این کنسول به‌صورت دوشاخه به پایه متصل است و مقره‌ها بر رؤس مثلث متساوی‌الاضلاع قرار دارند شکل (۸-۳۲).



شکل ۸-۳۲- کنسول جناغی

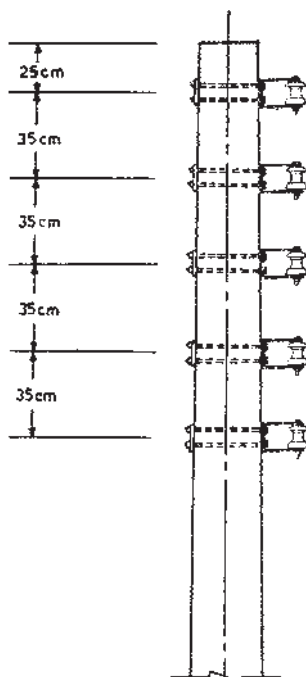
مقره‌ها

وسایل عایقی هستند که مانع اتصال برق به پایه‌ها می‌شوند و وزن سیم‌ها را تحمل می‌نمایند. جنس آن‌ها عموماً از مواد شکننده، مانند سرامیک‌ها و سیلیکون‌هاست به همین علت در برابر ضربه یا عوامل جوی ترک برداشته یا می‌شکنند. در زیر انواع آن‌ها را بررسی می‌کنیم.



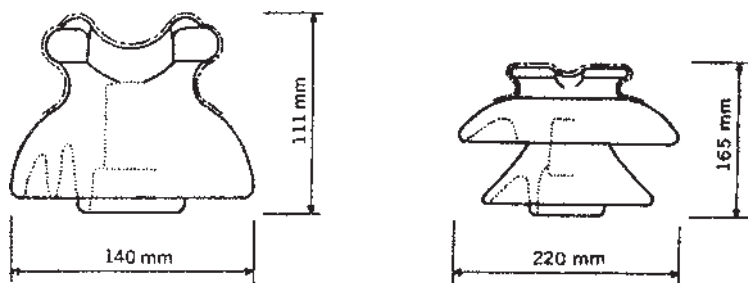
شکل ۳۳-۸- مقره‌ی چرخشی

مقره‌ی چرخشی: این مقره دارای یک سوراخ طولی است که از میان آن یک پیچ بلند عبور می‌کند و به پایه محکم می‌شود شکل (۳۳-۸). این مقره در شبکه‌های فشار ضعیف به کار می‌رود.



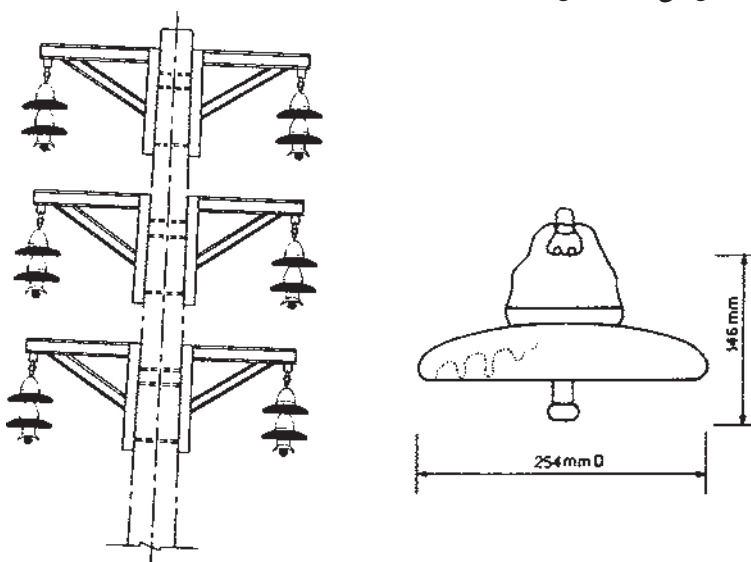
شکل ۳۴-۸- مجموعه‌ای از مقره‌های چرخشی بر روی پایه

مجموعه‌ی آن‌ها بر روی یک پایه می‌تواند چند سیم را در سطح قائم نگه دارد شکل (۸-۳۴). اصولاً در شبکه‌های فشار ضعیف مقره‌ها در سطح قائم بر روی پایه نصب می‌شوند. مقره‌ی سوزنی: نام دیگر آن مقره‌ی میخی است. در شکل (۸-۳۵) مقره‌های سوزنی مربوط به شبکه‌های ۱۱ و ۲۰ کیلوولت را می‌بینیم.



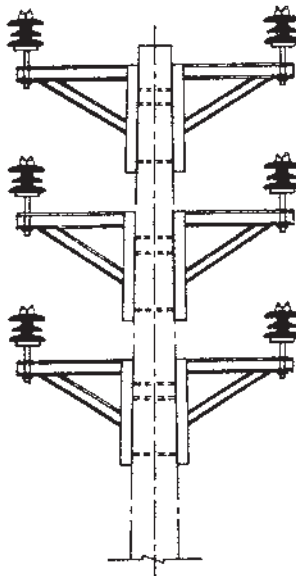
شکل ۸-۳۵- مقره‌ی سوزنی در دو اندازه

مقره‌ی آویز: نام دیگر آن مقره‌ی بشقابی است. عایق بودن آن‌ها را در مقابل ولتاژ بیش‌تر، می‌توان با اضافه کردن تعداد مقره، جبران کرد. در این نوع مقره به هریک از مقره‌های منفرد یک دامن می‌گویند. به‌طور متوسط هر دامن برای فشار ۱۰ کیلوولت، کفایت می‌کند. این مقره به‌علت آویزان بودن از کنسول، می‌تواند آزادانه به اطراف نوسان کند. مقره‌های آویز، وزن سیم‌ها را به صورت کششی تحمل می‌کنند شکل (۸-۳۶).



شکل ۸-۳۶- مقره‌ی آویز یا بشقابی

مقره‌ی ایستاده: این مقره همانند دیگر مقره دارای یک سوراخ طولی است که پیچی به عنوان پایه‌ی مقره از میان آن می‌گذرد و آن را به کنسول متصل می‌کند. برای این که سیم از مقره جدا نشود، پس از استقرار آن در شیار مقره، آن را به وسیله‌ی یک تکه سیم محکم می‌بندند. مقره‌ی ایستاده، وزن سیم‌ها را به صورت فشاری تحمل می‌کند شکل (۳۷-۸).



شکل ۳۷-۸ - مقره‌ی ایستاده

خودآزمایی

- ۱- برق مورد نیاز مصرفی معدن چگونه تأمین می‌شود؟
- ۲- تجهیزات عمده مصرف کننده برق معدن کدام‌ها هستند؟
- ۳- انواع ترانسفورماتورهای معدنی را نام ببرید.
- ۴- ترانسفورماتورهای روغنی دارای کدام ویژگی هستند؟
- ۵- ترانسفورماتور با کوارتز از چه جنبه‌هایی حائز اهمیت است؟
- ۶- انواع کلیدهای فشار قوی را نام ببرید.
- ۷- قطع کننده یا سکسیونر چیست؟ و انواع آن کدام است؟
- ۸- کلید قدرت یا دیژنکتور چیست؟ و انواع آن کدام است؟

۹- وسایل موجود در تابلوهای اصلی توزیع برق در معادن را نام ببرید.

۱۰- یک سو کننده چیست؟

۱۱- کلیدهای معدنی دارای کدام ویژگی هستند؟

۱۲- کابل‌ها دارای کدام مورد مصرف هستند و چه انواعی دارند؟

۱۳- کابل معدنی چه خصوصیتی را دارا می‌باشد؟

۱۴- کابل مسلح فشار قوی معدنی چیست و چه تفاوتی با کابل یا کابل مسلح فشار ضعیف

دارد؟

۱۵- از لوازم مختلف کابل‌ها چه می‌دانید؟

۱۶- انواع پایه‌ها، کنسول‌ها و مقره‌ها را نام برده و هر یک را توضیح دهید؟

مخابرات در معدن



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند :

۱- مقدمه‌ای در مورد نقش و ضرورت مخابرات در معدن بیان کند.

۲- تلفن، بی‌سیم، مرکز تلفن و سیگنال‌های خبری را شرح دهد.

۳- تلفن‌های مناسب در معادن را شرح دهد.

۴- انواع تلفن‌های متداول در معادن را توضیح دهد.

۵- وسایل اخباری را شرح دهد.

۶- کاربرد عمومی بی‌سیم در معادن را شرح دهد.

مخابرات در معدن

آشنایی

با افزایش جمعیت جهان و نیازهای جوامع بشری، صنایع مختلف، مواد اولیه‌ی بیش‌تری را نیاز دارند که باید در اندک زمانی تأمین گردد. این مواد اولیه، به‌وسیله‌ی معادن تأمین و تولید می‌گردد. امروزه طراحی و برنامه‌ریزی در معادن، به‌صورتی است که بازده کلی تولید با استفاده از روش‌ها و ماشین‌آلات پیش‌رفته افزایش یافته است یکی از عوامل مؤثر در افزودن بازده قسمت‌های مختلف معدن، نحوه‌ی برقراری ارتباط بین بخش‌های گوناگون یک معدن است. در معادن باید هرگونه اطلاعات و پیام‌های مختلف در کوتاه‌ترین زمان منتقل گردد و این امر با بهره‌گیری از وسایل ارتباطی گوناگون میسر است. بی‌سیم، تلفن، رادیو، و رایانه از جمله وسایلی هستند که امروزه برای برقراری ارتباط بین نقاط مختلف معدن به کار می‌روند.

لزوم مخابرات در معادن

تبادل اطلاعات بین بخش‌های گوناگون معدن، سهم به‌سزایی در ایمنی، کنترل، کیفیت و بازده فعالیت‌ها دارد. با گسترش معدن، فاصله‌ی تیم‌های مختلف کاری در بخش‌های گوناگون معدن افزایش می‌یابد و برقراری ارتباط بین این بخش‌ها نیاز به یک وسیله‌ی مناسب را ضروری می‌سازد. سیستم‌های ارسال خبر، گاهی برای حفظ ایمنی به کار می‌روند در محیط‌های معدنی که هر لحظه احتمال وقوع خطرهای پیش‌بینی شده و یا پیش‌بینی نشده وجود دارد، لزوم وجود وسایل هشداردهنده را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد.



شکل ۹-۱- کاربرد بی‌سیم در معدن

* تلفن، بی‌سیم، مرکز تلفن و سیگنال‌های خبری

پیام‌ها، بنا به ضرورت از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر ارسال می‌شوند، این اطلاعات پس از تبدیل به جریان الکتریسیته، از طریق کابل ارسال می‌شوند مانند شبکه‌ی تلفن و یا به امواج رادیویی تبدیل گردیده، از طریق هوا منتقل می‌شوند. مانند بی‌سیم شکل (۹-۱).
با توجه به امکانات، موقعیت و نوع بهره‌برداری در بخش‌های گوناگون، معمولاً یکی از این دو نوع سیستم انتخاب می‌شود و در بهترین شرایط هر دو سیستم انتخاب می‌شوند.

تلفن

امروزه در معادن از تلفن در ابعاد وسیعی استفاده می‌شود و ارتباط تلفنی بین برخی از بخش‌های معدن اجتناب‌ناپذیر است شکل (۲-۹). در ساده‌ترین حالت، این ارتباط بین دو نقطه‌ی معین صورت می‌گیرد؛ مثلاً این دو نقطه را می‌توان یک کارگاه و یک پُست ایمنی در نظر گرفت. در این نوع ارتباط، دو طرف، توانایی برقراری ارتباط با بخش‌های دیگر را ندارند و به عبارتی آن‌ها به شبکه‌ی



شکل ۲-۹ - انواع تلفن در معادن

تلفن متصل نمی‌باشند. در این حالت اگر یکی از دو طرف گوشی را بردارد، طرف مقابل مطلع گردیده. ارتباط را برقرار می‌سازد. در مکان‌هایی که باید بین دو نقطه، خیلی سریع ارتباط برقرار شود نیز از این نوع سیستم استفاده می‌کنند. شکل (۳-۹) در طرق دیگر هر گوشی تلفن به وسیله‌ی سیم به مرکز تلفن وصل می‌شود و هر بخش با استفاده از شماره‌گیر به مرکز تلفن اعلام می‌کند که قصد دارد با کدام قسمت تماس بگیرد و در این سیستم، تمامی بخش‌ها قادر خواهند بود با هم ارتباط برقرار کنند.



شکل ۳-۹ - نوعی تلفن با صدایی بلند برای موارد ایمنی و ارتباط سریع

مرکز تلفن: تجهیزات موجود در مرکز تلفن، امکان تماس تلفنی بین اعضای شبکه را فراهم می‌کنند و این تجهیزات به سه نوع دستی، نیمه‌خودکار و خودکار تقسیم می‌شوند.

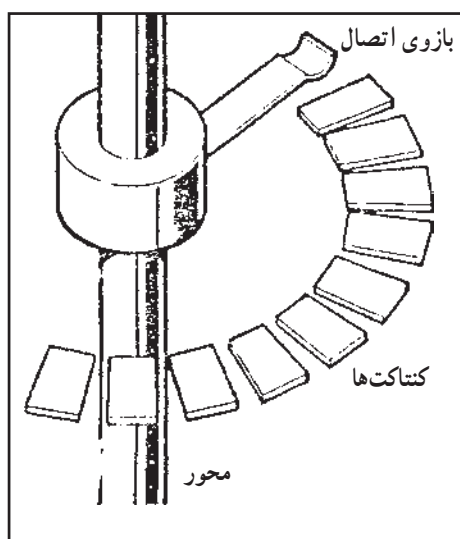
مرکز تلفن دستی: تکنولوژی مرکز تلفن دستی مربوط به دهه‌ی (۱۸۸۰) است؛ ولی هنوز هم در بسیاری از معادن از این سیستم استفاده می‌شود. در این نوع مراکز تلفن، هر بخش با مرکز تلفن تماس گرفته، به اپراتور مرکز اطلاع می‌دهد که می‌خواهد با کدام قسمت تماس حاصل کند و اپراتور مرکز نیز با جابه‌جایی چند سیم اتصال، امکان این ارتباط را فراهم می‌سازد.

مرکز تلفن نیمه‌خودکار: در این گونه مراکز تلفن، پس از تماس هر بخش با مرکز تلفن، اپراتور مرکز تلفن، با فشردن چند کلید، امکان ارتباط دو قسمت را فراهم می‌سازد؛ لذا در این سیستم، سرعت برقراری ارتباط بیش از مرکز تلفن دستی است.

مرکز تلفن خودکار: اولین سیستم مرکز تلفن خودکار و هم‌چنین نحوه‌ی اتصال دستگاه‌ها به یک‌دیگر جهت ساخت یک مرکز بزرگ، در سال ۱۸۸۹ به ثبت رسید. سیستم‌های دیگری نیز بعداً ساخته شد، ولی هنوز هزاران مرکز تلفن خودکار در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به طور کلی عمل برقراری یک مکالمه در یک مرکز تلفن خودکار را می توان به دو قسمت تقسیم نمود: قسمت اول را کنترل می گویند که در این بخش، اطلاعات به شکل علائم الکتریکی از شماره گیر تلفن کننده دریافت می شود. قسمت دوم را «سوئیچینگ» یا کلید کردن یا اتصال گویند که پس از دریافت علائم الکتریکی، مدارهای الکتریکی را به هم متصل می کند و امکان صحبت کردن تلفن کننده را با شماره ی موردنظرش فراهم می سازد. در سیستم تلفن خودکار عمل سوئیچینگ به وسیله ی «سلکتور» (انتخاب کننده) انجام می شود. ساده ترین نوع سلکتور دارای یک محور است که روی آن یک بازوی اتصال قرار دارد و وقتی لازم باشد می تواند چرخش مکانیکی انجام دهد. تعدادی کنتاکت روی یک قوس در اطراف محور قرار دارد و با گردش محور، بازوی اتصال می تواند با یکی از این کنتاکت ها اتصال الکتریکی برقرار نماید. در شکل (۴-۹) یک سلکتور ساده نمایش داده شده است.

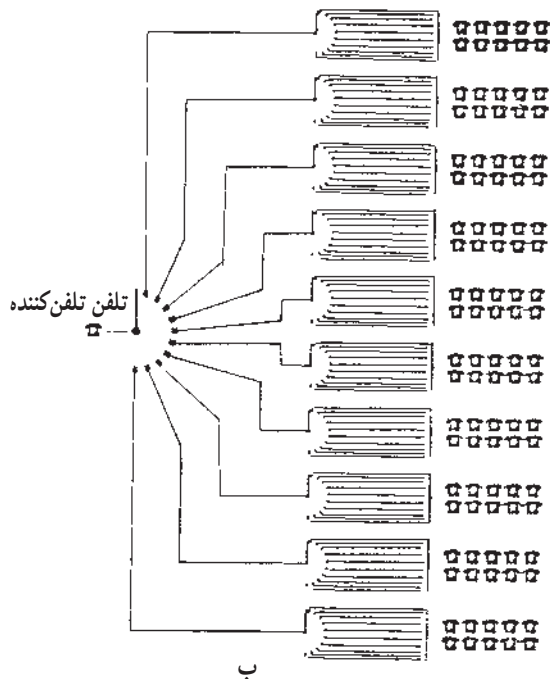
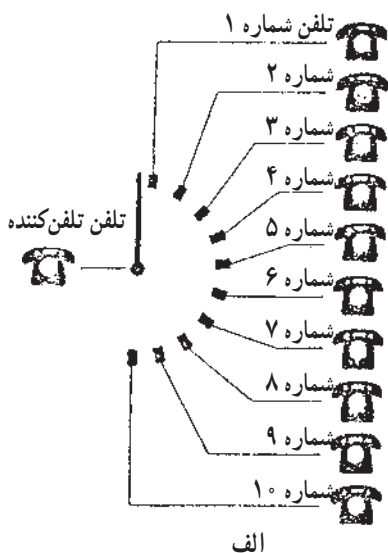
یک سلکتور با ده کنتاکت، می تواند امکان برقراری ارتباط بین یک تلفن با ده تلفن دیگر را



شکل ۴-۹- یک سلکتور ده کنتاکته

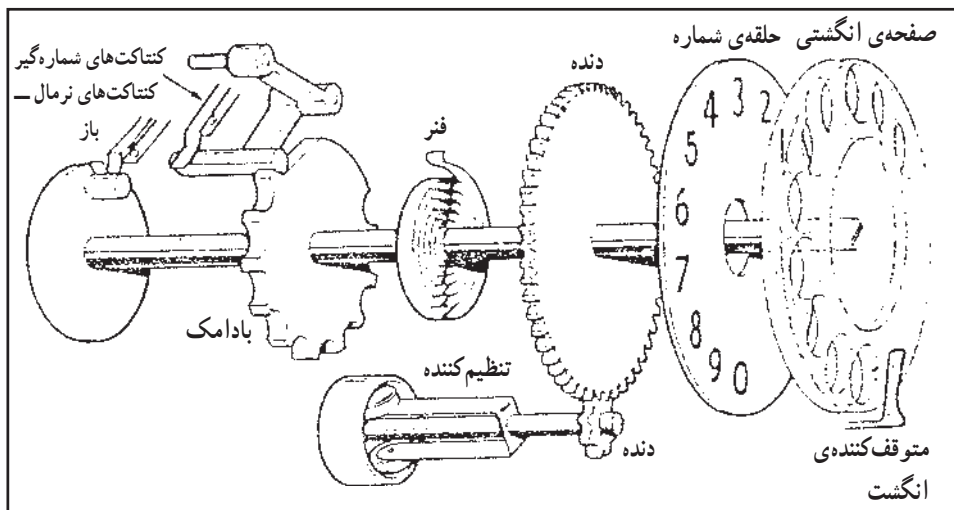
فراهم سازد. شکل (الف - ۵-۹) اگر به جای اتصال کنتاکت های سلکتور به ده تلفن، به ده سلکتور دیگر وصل گردد، در این صورت تلفن کننده می تواند با صد تلفن ارتباط برقرار نماید. به این سیستم یک سیستم با دو مرحله ی سوئیچینگ گویند شکل (ب - ۵-۹) و به همین ترتیب اگر چهار مرحله سوئیچینگ داشته باشیم، تلفن کننده می تواند با ده هزار تلفن تماس برقرار سازد. بدیهی است با افزایش مراحل سوئیچینگ، می توان تعداد کاربران مرکز تلفن را افزایش داد. در انواع دیگر مراکز تلفن، نحوه ی برقراری ارتباط همانند مراحلی است که در این قسمت توضیح داده شد؛ ولی در

آن ها نوع سلکتور مصرفی متفاوت است و می تواند از انواع رله ها باشد. در اشکال صفحه بعد نحوه ی برقراری ارتباط بین تلفن کننده با تعداد سلکتورهای متفاوت نشان داده شده است.



شکل ۵-۹- مرکز تلفن خودکار
الف- یک مرحله سوئیچینگ
ب- دو مرحله سوئیچینگ

شماره گیر: هر تلفن به یک وسیله، به نام شماره گیر مجهز است. عمل شماره گیر ارسال علائم الکتریکی جهت فرمان به دستگاه‌های مربوطه در مراکز تلفن خودکار و برقراری ارتباط تلفنی، است. شماره گیر به دو شکل گردنده و دکمه‌ای وجود دارد که در شماره گیر دکمه‌ای سرعت ارسال علائم بیش‌تر از شماره گیر گردنده است. در شکل (۶-۹) یک شماره گیر گردنده و اجزای آن نمایش داده شده است.



شکل ۶-۹- شماره گیر و قسمت‌های مختلف آن

تلفن‌های مناسب در معادن: در معادن به علت شرایط ویژه کاری و خطرات گوناگون که همواره موجب آسیب و تخریب احتمالی تجهیزات و وسایل موجود در محیط می‌گردند، باید تلفن‌های مصرفی از ساختمان و ویژگی خاصی برخوردار باشند تا ضمن ایجاد ارتباط، خود دستگاه تلفن در برابر حوادث و شرایط معدن پایدار مانده، مورد بهره‌برداری قرار گیرد. ویژگی‌های خاص این گونه تلفن‌ها عبارت‌اند از:

۱- بدنه‌ی این نوع تلفن‌ها از نوعی پلاستیک فشرده و ضد ضربه ساخته می‌شود تا در برابر ضربات شدید، آب و رطوبت مقاوم باشد.

۲- به گونه‌ای از مواد مستحکم ساخته می‌شوند تا در محیط‌های حاوی گازهای قابل اشتعال مانند معادن زغال‌سنگ که همواره توأم با خطر آتش‌سوزی و انفجار است، از بین نروند.

۳- مجهز به سیستم‌های اعلام خبر نظیر چراغ‌های چشمک‌زن، آژیرها و زنگ بسیار قوی قابل تنظیم باشد.

۴- امکان اتصال این تلفن‌ها به کلبه‌ی تجهیزات ایمنی ممکن باشد تا ارتباط با مراکز تلفن مربوطه به آسانی برقرار گردد.

۵- با فشردن شماره‌گیر فرکانس لازم با مشخصات ویژه‌ای تولید و مستقیماً به مرکز تلفن هدایت شود در شماره‌گیرهای مکانیکی مدت زمان لازم جهت برگشت شماره‌گیر به حالت اولیه بیش از حالت دکمه‌ای است.

۶- سیستم زنگ این تلفن‌ها در محدوده‌ی فرکانس‌های ۲۵ و ۵۰ هرتز است. و سیم‌های رابط گوشی و دهنی از نوع PVC است.

۷- در مکان‌های پر سر و صدا از کپسول‌های مختلف دهنی و گوشی جهت پیش‌گیری از هرگونه اختلال در مکالمات استفاده می‌شود. این کپسول‌ها به وسیله‌ی باتری به میکروفن و آمپلی‌فایر متصل است و صدای آمپلی‌فایر نیز قابل تنظیم است. درمورد تلفن‌های مجهز به تقویت‌کننده، باید به مشخصات زیر توجه نمود.

الف - تلفن باید همواره، حتی هنگامی که باتری میکروفن و آمپلی‌فایر خالی است، آماده‌ی بهره‌برداری باشد؛

ب - برای مکالمه‌ی تلفنی در معادن گازخیز، مدارها به گونه‌ای باشد که در صورت افزایش گاز از حد مجاز، ناگزیر به قطع تجهیزات تلفنی نباشیم؛

پ - کپسول‌های دینامیکی مخصوص با دو شاخه جهت ایمنی کامل و واضح شنیدن موجود باشد؛

ت - تلفن‌ها جهت آسانی در جابه‌جایی سبک و کوچک بوده، در برابر انفجار مقاوم باشند.

انواع تلفن‌های متداول در معادن:

الف - **تلفن‌های طرح ضد انفجاری:** شرایط ویژه و خاص معادن زغال‌سنگ، محدودیت‌هایی را برای طراحی تجهیزات الکتریکی و بهره‌برداری از این دستگاه‌ها به وجود می‌آورد. دستگاه‌های خبری مانند تلفن نیز از این قاعده مستثنی نیستند.

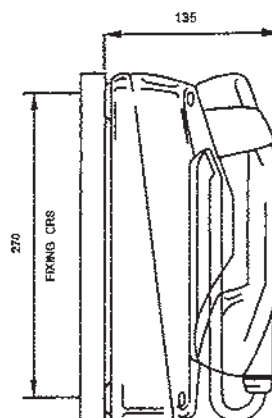
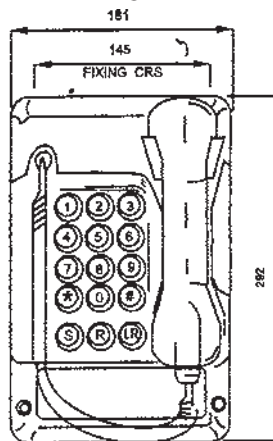
از نظر ساختمانی این تلفن‌ها، ضد جرقه و ضد انفجار هستند.

ب - **تلفن‌های نیمه خودکار:** همان‌طور که قبلاً اشاره شد، هریک از این تلفن‌ها، با مرکز تلفن ارتباط دارند و اپراتور مرکز تلفن ارتباط از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر را میسر می‌سازد. در طرح این تلفن‌ها، ارتباط مستقیم از یک نقطه‌ی عملیاتی به نقطه‌ی دیگر عملیاتی امکان‌پذیر نیست. نحوه‌ی عمل آن‌ها، به این صورت است که اگر نقطه‌ی A بخواهد با نقطه‌ی B تماس حاصل نماید، باید ابتدا گوشی را برداشته، به شستی که در بدنه‌ی تلفن کار گذاشته شده است، فشار وارد آورد بدین ترتیب امکان مکالمه‌ی فردی که در نقطه‌ی A قرار دارد با اپراتور فراهم می‌شود، سپس از اپراتور درخواست می‌کند تا نقطه‌ی B را وصل کند؛ پس از این که اپراتور این عمل را انجام داد ارتباط برقرار و مکالمه انجام می‌شود.

ج - **تلفن‌های خودکار:** همان‌طور که قبلاً اشاره شد، ارتباط بین دو نقطه به سادگی امکان‌پذیر است. در این طرح، ارتباط بین دو نقطه با گرفتن شماره‌ی مربوطه برقرار می‌شود (شکل (۷-۹)).

د- تلفن‌های طرح قورباغه‌ای (آیفون): این نوع تلفن‌ها سیستمی بسیار ساده دارند و کاربرد آن‌ها نیز ساده است. از این نوع تلفن‌ها در ایستگاه‌های باربری و یا در مراکز استخراج استفاده می‌کنند. یکی از محاسن این تلفن‌ها این است که برای اعلام خبر عمومی و یا مواردی دیگر، می‌توان تعداد زیادی از آن‌ها را پارالل نمود. اگر لازم باشد این نوع تلفن‌ها به مرکزی ارتباط ندارند و ارتباط بین دو نقطه، مستقیماً برقرار می‌شود.

تلفن‌های قورباغه‌ای فقط از یک گوشی و دهنی ساده تشکیل شده که زیر دهنی آن‌ها یک قسمت گردنده وجود دارد و در قسمت داخلی آن، یک آهن‌ربای دائم و یک سیم پیچ وجود دارد. با گرداندن اهرم گردان، سیم پیچی در داخل میدان آهن‌ربایی به حرکت درمی‌آید و در آن یک نیروی محرکه‌ی الکتریکی ایجاد می‌شود. این نیروی محرکه، به وسیله‌ی سیم‌های ارتباطی به دیگر تلفن‌های پارالل شده، منتقل می‌شود. و به این ترتیب تلفن‌ها «سیگنال» یا «آلارم» می‌دهند و می‌توان با شنیدن این سیگنال گوشی را برداشت و با شخص علامت‌دهنده مکالمه کرد.



شکل ۷-۹- تلفن معدنی ضد رطوبت (تا ۹۵٪ رطوبت) از نوع خودکار

انرژی لازم برای مکالمه، به وسیله‌ی انرژی ذخیره شده در خازن‌ها که هنگام گرداندن اهرم گردان تولید شده بود، به دست می‌آید و مکالمه تا هنگام دشارژ خازن‌ها، می‌تواند ادامه داشته باشد.

وسایل اخباری

زنگ تلفن: یکی از وسایل اعلام خبر تلفن، زنگ تلفن است. در شکل ساختمان یک زنگ

تلفن که شامل سه قسمت مهم است، نمایش داده شده است. این سه قسمت عبارت‌اند از:

– قسمت نعل اسبی که دو سر آن سیم‌پیچی شده تا جریان از آن عبور نماید.

– آهن‌ربای دایمی که در میان قسمت نعل اسبی قرار گرفته است.

– چکش که در بخش بالایی، حامل چکش زنگ بوده، به یک آرمیچر متصل است و در اثر

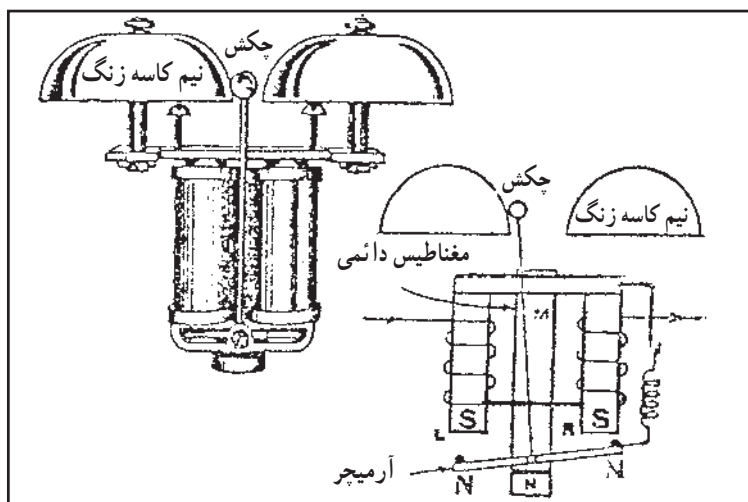
عبور جریان متناوب با فرکانس کم به وسیله‌ی یکی از قطب‌ها جذب و تولید صدا می‌نماید. این عمل تا

هنگامی که گوشی به وسیله‌ی شخصی برداشته شود، ادامه می‌یابد. برای عمل کرد زنگ تلفن، ولتاژی

بین ۶۰ تا ۹۰ ولت با فرکانس ۲۵ هرتز لازم است که به وسیله‌ی دو بوبین و یک خازن تأمین می‌شود.

طراحی خازن و سیم‌پیچ‌ها به گونه‌ای است که با شروع زنگ زدن، مولدهای مربوطه تقویت شده،

جریان الکتریکی کم موجب تداوم زنگ زدن تا برداشتن گوشی می‌گردد شکل (۸-۹).



شکل ۸-۹- زنگ تلفن

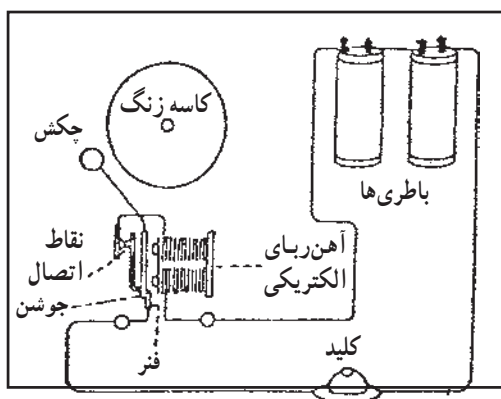
چراغ خطر: در معادن زیرزمینی، کارکنان معدن در مناطقی هم‌چون خطوط انتقال مواد و

ماشین آلات، همواره در معرض خطر هستند و جهت آگاهی کارگران معدن از به وجود آمدن خطرات،

از چراغ‌های خطر مخصوص که اکثراً مجهز به چشمک‌زن هستند، استفاده می‌گردد. در این چراغ‌ها

مدار الکتریکی کنترل کننده و رله‌ی خروجی بسیار قوی بوده، دارای دو سیستم کنتاکت است. نحوه‌ی کارکرد مدار داخلی این چراغ‌ها با ترمینال‌شان به گونه‌ای است که در هنگام خطر یا قطع شدن یا شکستن مدار کنترل، علامت خطر به وسیله‌ی چراغ اعلام می‌گردد؛ لذا چنانچه ایرادی در خود مدار نیز تولید شود، باید خطر را اعلام نماید و اگر ایراد در دستگاه نباشد، باید با باز نمودن دستگاه، علامت خطر مرتفع گردد.

زنگ اخبار: زنگ اخبار دارای یک آهنربای الکتریکی است و این آهنربا معمولاً از دو سیم پیچ تشکیل شده است که روی هسته‌ی آهنی U شکل پیچیده شده‌اند. در این آهنربا قطب N و قطب S نزدیک یکدیگرند و در نتیجه نیروی ربایش زیاد است و همین‌طور یک جوشن در زنگ اخبار داریم که به یک سمت آن چکش و به سمت دیگر فنری متصل است. تیغه‌ای فنری نیز به پشت جوشن متصل شده که با دگمه‌ی روی پایه در تماس است. وقتی که بر شستی کلید فشار می‌دهیم، مدار بسته شده، جریان الکتریسیته در آن برقرار می‌شود و خاصیت مغناطیسی در آهنربا به وجود



شکل ۹-۹- زنگ اخبار

می‌آید و جوشن را جذب می‌کند؛ لذا تیغه‌ی فنری از دگمه جدا شده، مدار را قطع می‌کند که موجب از بین رفتن خاصیت مغناطیسی آهنربا می‌شود. با ادامه‌ی اعمال فشار بر روی شستی کلید، این عملیات ادامه می‌یابد و زنگ اخبار در اثر ضربات چکش زنگ می‌زند. در شکل (۹-۹) یک زنگ اخبار ساده و قسمت‌های مختلف آن نمایش داده شده است.

بی سیم: در سال ۱۸۹۶ مارکونی ایتالیایی موفق به ارسال علائم تلگرافی، بدون واسطه‌ی سیم گردید. در ارتباط بی سیم، بین فرستنده «Transmitter» و گیرنده «Receiver» ارتباطی با سیم برقرار نیست و انرژی موجی صوت به پالس‌های الکتریکی تبدیل شده، به صورت امواج الکترومغناطیسی به وسیله‌ی آنتن «Antenna» در فضا منتشر می‌شوند و با سرعت نور منتقل می‌گردند و آنتن گیرنده، این پالس‌ها را دریافت می‌کند تا به وسیله‌ی گوشی «earphone» یا بلندگو شنیده شوند. مهم‌ترین صور ارتباط بی سیم به دو صورت رادیو تلگراف و رادیو تلفن است. توضیحات فوق مربوط به بی سیم رادیو تلفن بود، که در معادن از این نوع استفاده می‌شود (شکل ۹-۱۰). انواع بی سیم‌های قابل حمل و نقل و مادر را نشان می‌دهد.



ب.



الف



ج



د

شکل ۱۰-۹- انواع بی سیم

الف - ب - بی سیم های دستی

ج - د - بی سیم هایی که در خودروها نصب می شوند

با توجه به گستردگی فعالیت‌های معدنی و ضرورت ایجاد هماهنگی بین کارکنان و مدیریت‌های مختلف در جهت اجرای صحیح عملیات، صرفه‌جویی در وقت، بهبود ارتباطات و افزایش ایمنی در عملیات، امروزه در معادن از وسایل مخابراتی به گونه‌ای که تاکنون تشریح شد استفاده‌ی لازم به عمل می‌آید. اما آن‌چه که حائز اهمیت است این است که در بسیاری از موارد، مدیران و کارکنان بخش‌های مختلف، در محل ثابتی حضور ندارند تا بتوان با آن محل ارتباط برقرار کرد و وظایفی از قبیل سرکشی به محوطه‌های گوناگون، هماهنگی در اجرای ایمنی عملیات آتش‌کاری در معدن، ارتباط بین نقشه‌برداران و نظایر آن باعث می‌گردد که افراد در موقعیت‌های دور از یک‌دیگر پراکنده شوند؛ لیکن ارتباط آن‌ها هم‌چنان با هم برقرار باشد. در این صورت استفاده از بی‌سیم‌های سیار، کاملاً ضرورت پیدا می‌کند این بی‌سیم‌ها که اصطلاحاً به بعضی از آن‌ها «تاکتی واکتی» نیز می‌گویند و دارای بُردهای متفاوت هستند به سهولت ارتباط بین افراد را در جهت هدایت کلی عملیات برقرار می‌سازند.

خودآزمایی

- ۱- ضرورت وجود مخابرات در معدن چیست؟ و وسایلی را که در این رابطه به کار می‌روند، نام ببرید.
- ۲- مراکز تلفن چند نوع‌اند؟
- ۳- سیستم مرکز تلفن خودکار را توضیح دهید.
- ۴- ویژگی تلفن‌های مناسب در معادن را نام ببرید.
- ۵- تلفن‌های مورد استفاده در معادن از نظر کارکرد به چند دسته تقسیم می‌شود؟ به طور مختصر توضیح دهید.
- ۶- سیستم کار تلفن‌های طرح قورباغه‌ای چگونه است؟
- ۷- نحوه‌ی کارکرد چراغ خطر در معادن را بنویسید.
- ۸- نحوه‌ی ارتباط دو بی‌سیم با یکدیگر را شرح دهید.

راه‌سازی



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- اهمیت راه‌سازی در معادن را بیان کند.
- ۲- چگونگی و مراحل مختلف تعیین مسیر راه در معدن را شرح دهد.
- ۳- ماشین‌آلات راه‌سازی را به اختصار شرح دهد.
- ۴- نحوه‌ی ساخت لایه‌های مختلف راه و ایجاد شانه و شیب راه را توضیح دهد.
- ۵- روسازی را توضیح دهد.
- ۶- انواع جاده‌های معدنی با ذکر ویژگی‌های عمومی مسیر آن‌ها را شرح دهد.
- ۷- انواع شکل‌های تقاطع در معادن و محوطه‌سازی تأسیسات بیرونی معدن را

بیان کند.

راه‌سازی

اهمیت راه‌سازی در معادن

همان‌گونه که می‌دانید معادن اغلب در نقاط دور افتاده از شهرها و در نواحی خاصی که از لحاظ شرایط زمین‌شناسی برای ایجاد کانسار مناسب بوده‌اند قرار گرفته‌اند و چه‌بسا تا قبل از پیدایش ذخیره معدنی هیچ نیازی به گذشتن از این مناطق و سکونت یافتن افراد و استقرار تأسیسات معدن وجود نداشته است؛ بنابراین با کشف کانسار باید کلیه امکانات موردنیاز به محل انتقال پیدا کند و این موضوع تنها در شرایطی امکان‌پذیر می‌گردد که برای دسترسی به منطقه و نقل و انتقال تجهیزات و کارکنان راه احداث شود. جاده‌های معدن شاه‌رگ ارتباطی آن با خارج است و مواد معدنی استخراج شده و تغلیظ شده در مراحل مختلف در درون معدن و بیرون آن باید از طریق جاده‌کشی حمل و نقل شود. اهمیت راه‌سازی در معدن تا آن‌جا زیاد است که هر مهندس و تکنسین معدن باید با اصول فنی اولیه احداث آن آشنا باشد تا بتواند نیازهای مقطعی و موردی را برطرف سازد.

چگونگی تعیین مسیر راه معدنی

محل دقیق و تمام جزئیات مسیر راه را نمی‌توان یکباره و در یک مرحله مشخص نمود. از این‌رو مسیر راه در مراحل مختلف و با استفاده از نقشه‌ها و عکس‌های هوایی با مقیاس‌های متناسب معین می‌شود. نخست با استفاده از نقشه‌ها و اطلاعات موجود چند مسیر بسیار کلی در نظر گرفته می‌شود با مطالعه‌ی دقیق‌تر این مسیرها در طی مراحل مختلف مسیریابی، سرانجام محور راه به‌دقت در روی زمین مشخص می‌گردد.

مراحل مختلف تعیین مسیر راه در معادن

تأثیر عوامل تعیین‌کننده‌ی مسیر راه معدنی بسیار متفاوت است. رعایت بعضی از عوامل ایجاب می‌کند که محور راه معدنی صدها متر جابجا شود ترتیب انتخاب مسیر، روش از کلی به جزئی رسیدن است. به این معنی که نخست، بین نقاط بارگیری و تخلیه مواد معدنی با توجه به نقشه‌ها و اطلاعات موجود، چند مسیر کلی کشف می‌شود، این مسیرهای کشف شده، مرحله به مرحله دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر مورد مطالعه قرار می‌گیرد تا سرانجام محور مسیر قطعی در روی زمین میخ‌کوبی می‌شود و نقشه‌های قطعی اجرایی تهیه می‌گردد و به‌همه‌ی این مطالعات مراحل مختلف تعیین مسیر

- گفته می‌شود که به طور عمومی می‌توان آن را در شش مرحله دسته‌بندی کرد :
- ۱- کشف مسیرهای کلی ممکن بین محل بارگیری و محل تخلیه مواد معدنی
 - ۲- شناسایی مسیرهای کشف شده
 - ۳- انتخاب مسیر کلی
 - ۴- برداشت مقدماتی مسیر
 - ۵- تعیین راه در روی نقشه و تهیه نقشه‌های مقدماتی
 - ۶- پیاده کردن محور راه در روی زمین و تهیه نقشه‌های قطعی اجرایی

میخ‌کوبی مسیر

پس از تعیین و محاسبه دقیق مسیر، نقشه‌های اجرایی باید روی زمین پیاده شود این عمل را میخ‌کوبی مسیر گویند که به عهده‌ی نقشه‌بردار گذاشته می‌شود معمولاً در روی زمین علائم بتنی که میخ‌آهنی در وسط آن‌ها تعبیه شده قبلاً روی زمین تثبیت گردیده است. تعداد این میخ‌ها به‌وضع منطقه بستگی دارد در مناطق مسطح حداکثر ۵۰ متر ولی در نقاط کوهستانی به چند متر تقلیل می‌یابد. در روی هر میخ شماره و فاصله‌ی آن نوشته می‌شود.

پس از کوبیدن میخ‌ها بر روی زمین کنار آن‌ها را با توده‌ای از خاک یا سنگ برجسته می‌کنند تا از دور مشخص باشد گاهی هم با ریختن آب آهک توده‌ها را به‌صورت کپه سفیدی نشان می‌دهند.

عملیات خاکی

بعد از عملیات میخ‌کوبی مسیر عملیات خاکی آغاز می‌شود. بطور کلی عملیات خاکی شامل کندن، بارگیری، حمل، باراندازی، تنظیم خاک و آب‌پاشی آن می‌باشد. عملیات خاکی را برحسب درجه سختی زمین به دو صورت عملیات خاکی در اراضی معمولی و عملیات خاکی در اراضی سخت یا کوه‌بری تقسیم می‌کنند.

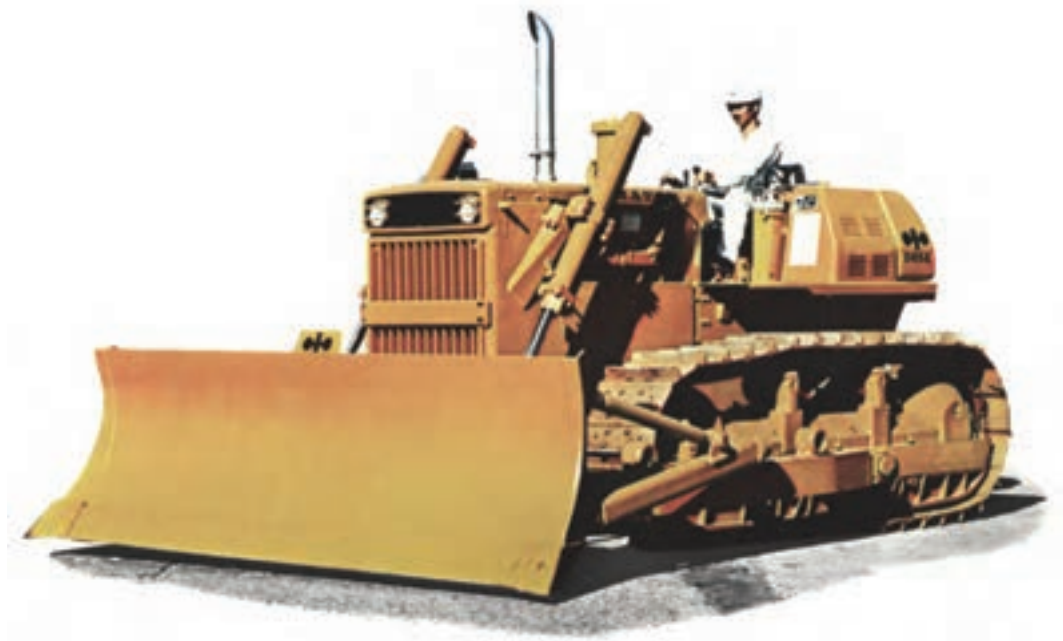
وسایل ابتدایی عملیات خاکی: ابتدایی‌ترین وسایلی که در عملیات خاکی استفاده می‌شود بیل و کلنگ است ضخامت بیل ۳ میلیمتر و از جنس فولاد است و وزن آن در حدود ۹۰۰ گرم است. استفاده از بیل در زمین‌های شل و خاک نباتی امکان‌پذیر است و از کلنگ و بیل در زمین‌هایی که درجه سختی آن‌ها کمی بیشتر است، استفاده می‌شود؛ امروزه راه‌سازی با ماشین‌آلات راه‌سازی و در مواقعی با مواد منفجره انجام می‌شود.

لازم است تا هنرجویان قبل از آشنایی با هرگونه عملیات خاکی ماشین‌آلات راه‌سازی را بشناسند زیرا عملیات خاکی با ماشین‌آلات راه‌سازی انجام می‌گیرد که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

ماشین‌آلات راه‌سازی

ماشین‌آلات راه‌سازی بدلیل وزن زیاد و مقاومت کم زمین اغلب به‌جای چرخ روی زنجیر سوار می‌باشند و غالباً مرکب از تراکتور و یک دستگاه دیگری است که با آن کار راه‌سازی انجام می‌گیرد. با این دستگاه می‌توان سطح راه را تراشید یا در روی راه عملیات گودبرداری تا هر عمقی انجام داد و یا در طرفین جاده جوی مخصوص هدایت آب ایجاد کرد یا شیب جاده را تنظیم نمود. از میان این دستگاه‌ها می‌توان از بولدوزر گریدر، لودر، و اسکرپر و غلتک‌ها نام برد از این ماشین‌آلات می‌توان هم در بخش استخراج و هم راه‌سازی معدن استفاده کرد. با این‌که هنرجویان در دیگر کتاب‌های درسی با این ماشین‌آلات آشنایی پیدا کرده‌اند، در زیر به جنبه‌ی راه‌سازی این ماشین‌آلات می‌پردازیم.

بولدوزر: بولدوزر عبارت از تراکتوری است که در قسمت جلوی آن تیغه‌ای دارد و برحسب نوع تیغه که افقی و ثابت بوده و یا قابل دوران و گردش باشد آن را بولدوزر یا انگلدوزر نامند.



بولدوزرها عموماً چرخ زنجیری هستند و مکانیزم حرکت تیغه معمولاً به صورت هیدرولیکی می باشد. بولدوزر در کندن زمین، هل دادن و انتقال خاک، پخش مواد خاکی روی بستر راه و بالاخره جهت پرکردن گودی ها، استفاده می شود شکل (۱-۱۰). در زمین هایی که سختی آنها بالا است به جای استفاده از تیغه از وسیله ای چنگک مانند که معمولاً در پشت بولدوزرها وجود دارد استفاده می شود که به آن ریبِر می گویند تعداد چنگک ها می تواند یک، دو یا سه عدد باشد جهت استفاده از آنها هرچه زمین سخت تر باشد بایستی تعداد تیغه ها کمتر باشد.

گریدر: گریدر عبارت از تراکتوری است که در قسمت وسط آن تیغه ای دارد، این تیغه می تواند در جهت های متنوعی قرار گیرد گریدرها معمولاً دو محور در عقب و یک محور در جلو دارند زاویه ی قرارگیری چرخ جلو برای کارهای متنوع، مختلف است شکل (۲-۱۰). بعضی از گریدرها در پشت خود مجهز به ریبِر می باشند و بعضی دیگر در جلوی خود دارای یک تیغه نیز هستند.

از گریدر برای پخش کردن مواد خاکی، تنظیم سطح راه، شیب دادن طولی و عرضی به سطح راه، ایجاد و تنظیم شیب شانه های راه، همچنین برای اجرای کارهای عمومی نظیر کانال سازی اعم از کانال با مقطع V و یا کانال دوزنقه ای شکل، مخلوط کردن مواد خاکی با دانه بندی های مختلف در روسازی راه های اصلی ورود به معدن و بالاخره برای نگهداری رویه ی جاده های شنی استفاده می کنند.



شکل ۲-۱۰- گریدر

لودر: لودر عبارت از تراکتوری است که در قسمت جلوی آن جامی که به‌طور هیدرولیکی قابل کنترل است، قرار دارد. لودرها در دو نوع چرخ لاستیکی و چرخ زنجیری ساخته می‌شوند. امروزه نوع چرخ لاستیکی آن به‌علت سرعت و مانور پذیری خوب شایع‌تر است شکل (۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰- لودر

به‌طور کلی لودرها در راه‌سازی قادرند چهار دسته از کارهای مختلف زیر را انجام دهند.

الف - بارگیری ماشین آلات حمل مواد: با لودر می‌توان مواد خاکی نظیر شن، خاک معمولی و سنگ‌های شکسته را داخل کامیون و تریلی ریخت و آن‌ها را پر کرد.

ب - بلند کردن بار و انتقال آن: با لودر می‌توان مصالح ساختمانی از قبیل آجر، بلوک بتنی و غیره را در مسافت‌های کوتاه جابه‌جا نمود.

ج - خاک برداری: استفاده از لودر در کارهای خاک برداری به‌خصوص گودبرداری سودمند است زیرا کندن و جابجا کردن خاک و انباشته و بارگیری کردن آن با لودر سریعتر از کار با ماشین آلات دیگر است.

د - تمیز کردن قشر سطحی زمین کارگاه: در زمین‌هایی که جنس آن زیاد سخت نباشد از لودر جهت یک‌نواخت کردن و تمیز کردن محل کار استفاده می‌کنند.

اسکرپر: اسکرپر تراکتوری است که در خود جامی دارد و بوسیله‌ی لبه تیزی در کف قادر به کندن و پر کردن مواد خاکی در داخل جام خود است به این ترتیب عمل بارگیری انجام می‌شود. اسکرپر قادر است موادی را که خود حمل نموده، در طول مشخصی از زمین، به تدریج تخلیه نماید

شکل (۴-۱۰).

حرکت و انتقال اسکریپر به دو صورت است یا اسکریپر تراکتور سرخود (موتوردار) است و یا توسط تراکتور کشیده می‌شود (بدون موتور). در حالت اول اسکریپر دارای دو محور است و در حالت دوم دارای یک محور است. در زمین‌های با خاک یا خرده سنگ‌های فشرده و نیمه سخت از دو اسکریپر که پشت سرهم قرار دارند، استفاده می‌شود به این صورت که اسکریپر عقبی به جلویی فشار آورده و کار کنند و حمل کردن آسان می‌شود گاهی اوقات بولدوزر پشت اسکریپر قرار می‌گیرد و این کار را انجام می‌دهد.

از اسکریپر در عملیات خاک برداری و خاک‌ریزی برای حمل و تخلیه مواد خاکی و همچنین پخش آن روی بستر راه استفاده می‌شود و برای گودبرداری سطحی در زمین‌های نسبتاً نرم به‌طور مستقل مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۴-۱۰ اسکریپر

مواد منفجره

گاهی اوقات جاده‌ی معدنی باید از مناطقی با سنگ‌های سخت بگذرد. در این مورد استفاده از ماشین‌آلات به صرفه نیست بنابراین از مواد منفجره استفاده می‌شود البته هنجاریان در کتاب‌های درسی دیگر با حفاری، مواد منفجره و انفجار آشنایی پیدا کرده‌اند.

نحوه‌ی ساخت لایه‌های مختلف راه

ایجاد بستر راه: بستر راه خاکی است که در روی آن روسازی باید انجام شود. در مرحله‌ی اول اجرای روسازی راه، باید تمیز کردن سطح راه، صورت گیرد که شامل بوته‌کشی، درخت‌کشی و ریشه‌کشی در طول محور راه و به عرض کف بدنه‌ی راه است. آن‌گاه باید خاک کشاورزی و یا نباتی را به عرض کف بدنه‌ی راه و به عمق ۱۵ الی ۳۰ سانتی‌متر برداشته، از محل خارج نماییم. در مواقعی که ارتفاع خاک‌ریزی و یا لایه‌ی زیر اساس دارای ضخامت زیاد باشد و ارتفاع خاک‌ریز از ۱۲۰

سانتی متر بیش تر باشد، از برداشتن خاک نباتی صرف نظر می کنند. (خاک نباتی خاکی است که دارای مواد آلی باشد)

بعد از برداشت این خاک قسمتی از خاک زیری را شخم زده، سپس با آب مخلوط می کنند و بعد از تسطیح آن قدر غلتک می زنند تا کاملاً کوبیده و محکم شود.

کوبیدن خاک: کوبیدن خاک، بخش اساسی در راه سازی است. این مرحله اثر مستقیم بر روی ایمنی، کیفیت و دوام راه دارد. کوبیدن کافی و مؤثر خاک، این امکان را فراهم می آورد که ظرفیت بارگذاری و پایداری مواد خاک ریز بهبود یابد و نفوذپذیری کاهش یابد و از همه مهمتر به طور عملی از نشت جلوگیری شود. بنابراین کوبیدن باعث می شود که خاک به اندازه کافی برای بارهای دایمی و عبور و مرور پایدار شود و هزینه تعمیر و نگهداری کاهش یابد.

مبادی کوبیدن خاک: کوبیدن عبارت از افزایش وزن مخصوص یک ماده در اثر اعمال نیروهای خارجی است خاک از ذرات معدنی و فضاهای خالی که معمولاً از آب پر شده است تشکیل می شود، هنگام تراکم، ذرات جابجا شده و حجم فضای خالی کاهش می یابد و آب داخل ذرات درشت دانه نیز می تواند به بیرون رانده شود.

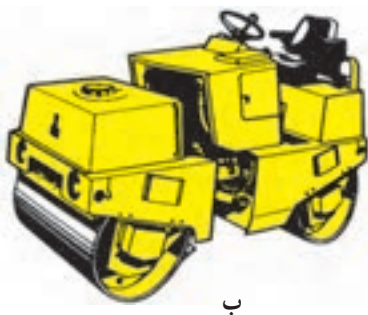
مهمترین عواملی که در نتایج کوبیدن مؤثر هستند عبارتند از :

الف - نوع ماده

ب - میزان آب (درصد رطوبت)

ج - روش کوبیدن و انرژی مورد نیاز

روش های کوبیدن خاک: روش های کوبیدن خاک، فشاری، فشاری لرزشی و ضربه ای هستند که در شکل (۵-۱۰) می بینیم.



ب



الف

ج

شکل ۵-۱۰ ماشین آلات متناسب با روش های کوبیدن خاک.

الف - فشاری، ب - فشاری لرزشی، ج - ضربه ای

تجهیزات کوبیدن خاک: با توجه به روش‌های مختلف کوبیدن تجهیزات متنوع و مختلفی برای کوبیدن خاک وجود دارد یکی از تجهیزات عمومی کوبیدن خاک غلتک‌ها هستند که به دو صورت ساخته می‌شوند بدین صورت که یا دارای موتور و تجهیزات کنترل سرخود هستند (دارای موتور محرک) (شکل ب ۶-۱۰) و یا به دنبال خودروی سنگینی کشیده می‌شوند و بدون موتور محرک هستند (کششی) (شکل الف ۶-۱۰).



الف



ب

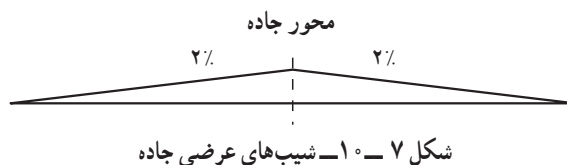
شکل ۶-۱۰- تجهیزات کوبیدن خاک

الف - کششی، ب - دارای موتور محرک

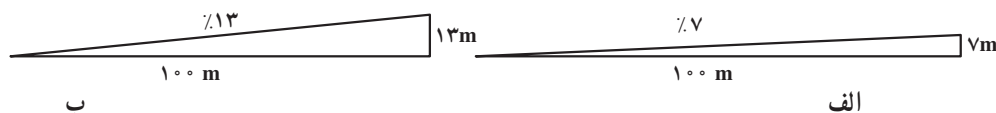
ایجاد لایه‌ی زیر اساس: برای ایجاد لایه‌ی زیر اساس بر روی بستر راه متراکم شده، خاک‌های با جنس بهتر را می‌ریزند و آن را با مقداری آب که به آن «رطوبت اپتیمم» می‌گویند (و در آزمایشگاه مکانیک خاک مقدار آن مشخص شده است). مخلوط کرده، با غلتک متراکم می‌کنند. باید توجه داشت که هرگونه مصالح خاکی را نمی‌توان در لایه‌ی زیر اساس مورد استفاده قرار داد.

ایجاد لایه‌ی اساس: در اکثر موارد، لایه‌ی اساس را از جنس مصالح خاکی می‌سازند. مصالح سنگ‌دانه‌های لایه‌ی اساس، باید مرغوب‌تر از مصالح خاکی لایه‌ی زیر اساس باشند. ایجاد شانه‌ی راه: شانه‌ی راه محلی است در امتداد راه، ماشین‌آلاتی که نیاز به توقف دارند، می‌توانند روی آن متوقف شوند و سطح تردد را خالی بگذارند تا دیگر ماشین‌آلات، بتوانند به راحتی عبور و مرور نمایند.

ایجاد شیب راه: یکی از مواردی که در ایجاد راه مناسب، بسیار مؤثر است، رعایت شیب آن در نقاط مختلف است. معمولاً سطح عرضی جاده از وسط به دو طرف حدود ۲٪ شیب دارد تا مانع از جمع شدن آب بر روی سطح جاده شود (شکل ۷-۱۰).



در ضمن حداکثر شیب طولی شیب جاده در جاده‌های بین شهری حدوداً ۷٪، در معادن روباز این شیب ۱۳٪ و در تونل‌های زیرزمینی (۵-۳) در هزار است (شکل ۸-۱۰).



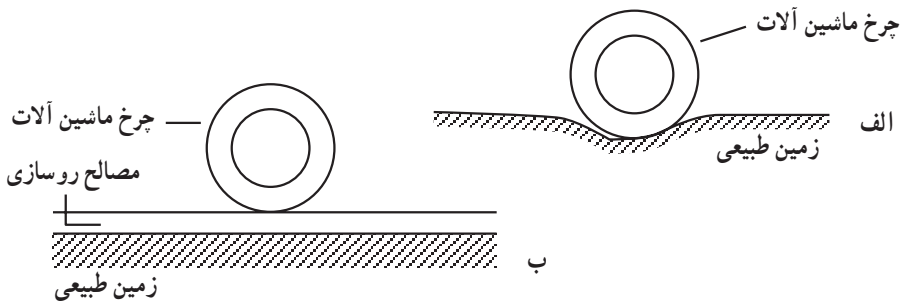
شکل ۸-۱۰ - شیب‌های طولی

الف - شیب جاده‌های بین شهری

ب - شیب جاده‌های معادن روباز

هدف از روسازی

هدف از روسازی، قرار دادن مصالحی بین سطح زمین طبیعی و لاستیک چرخ ماشین آلات است، به نحوی که مصالح بتوانند بار را پخش نموده، در اثر پخش بار، زمین طبیعی بتواند در مقابل آن دوام لازم را به دست آورد. در شکل (۹-۱۰) این موضوع نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می کنید، در شکل (الف) چرخ مستقیماً روی زمین طبیعی قرار گرفته است که در این حالت، باعث فرورفتگی خاک و سطح زمین می شود. در شکل (ب) بین چرخ و زمین مصالح مناسبی قرار داده شده است و این مصالح، وزن وارد شده ی چرخ را پخش می کنند، در نتیجه، همان زمین طبیعی که قادر به تحمل بار نبود، اکنون استحکام و مقاومت لازم را دارا خواهد بود. به دست آوردن مصالحی که برای هدف یاد شده مناسب باشند و در عین حال به آسانی به دست آیند و شرایط فنی لازم را داشته باشند بایستی همواره مورد توجه قرار گیرد.



ج

شکل ۹-۱۰- الف و ب- مصالح روسازی و هدف از آن ج- عکسی از روسازی یک جاده ی معدنی

انواع روسازی

به طور کلی دو نوع روسازی تعریف شده است: ۱- روسازی صلب، ۲- روسازی انعطاف پذیر، روسازی صلب معمولاً به روسازی‌های «بتنی» اطلاق می‌شود. در این نوع روسازی که مقاوم‌تر است، از یک لایه‌ی بتنی استفاده می‌شود که یا مستقیماً روی سطح زمین می‌ریزند یا این که روی یک لایه که قبلاً ایجاد شده و آن را به نام لایه‌ی اساس نامیدیم ریخته می‌شود، روسازی صلب دارای هزینه‌ی بیش‌تری است، اما در عوض عمر آن زیادتر است. در شکل‌های (۱۰-۱) و (۱۱-۱) نمایی از یک مقطع روسازی صلب نشان داده شده است. در معادن از این روسازی، در تعمیرگاه‌های ماشین‌آلات سنگین استخراجی و راه‌سازی استفاده می‌شود. به طوری که وزن آن‌ها را به خوبی تحمل می‌کند در زمستان، گل و لای تشکیل نمی‌شود و روغن و مواد سوختی ریخته شده، بر روی آنها اثری ندارد.



شکل ۱۰-۱ - روسازی صلب راه بدون لایه‌ی اساس



شکل ۱۱-۱ - روسازی صلب با استفاده از لایه‌ی اساس

روسازی انعطاف پذیر شامل انواع روسازی‌هایی است که روسازی‌های آسفالتی از این گروه هستند، در روسازی انعطاف پذیر، از چند لایه مصالح مختلف استفاده می‌کنند که لایه‌ی روی سطح زمین طبیعی ریخته می‌شود. شرط اصلی آن است که لایه‌های بالایی باید مرغوب‌تر از لایه‌های زیرین باشند و این شرط در امر روسازی بسیار مهم است. جاده‌های ورودی به محوطه‌های اداری، مسکونی و تأسیسات معدن همگی آسفالت هستند.

در محوطه‌های اداری، مسکونی، تأسیسات معدن و جاده‌های ورودی به این مکان‌ها، اگر که ماشین‌آلات، در جاده‌های خاکی و خشک حرکت کنند، گرد و غبار بسیاری به هوا بلند می‌شود و برای مدتی این گرد و غبار در هوا معلق می‌ماند که این امر ایجاد اشکال خواهد نمود. هنگامی که بارندگی شروع شود، ابتدا جاده‌ی خاکی وضع خوبی پیدا نموده گرد و غبار فرو می‌نشیند و حرکت ماشین‌آلات ایجاد گرد و غبار نخواهد کرد، ولی اگر بارندگی ادامه پیدا کند، رفته‌رفته، خاک جاده



الف



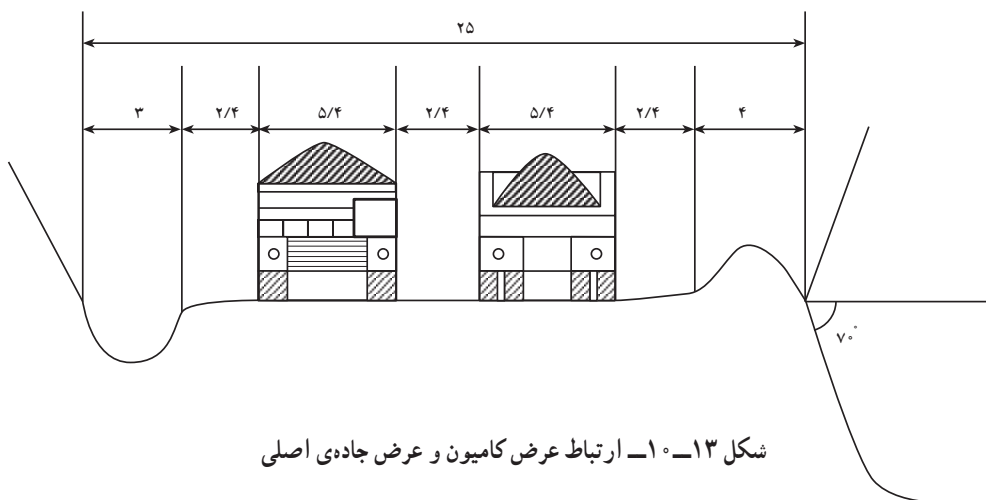
ب

شکل ۱۲-۱۰- روسازی راه در جاده‌ی ورودی به محوطه‌ی اداری، مسکونی و تأسیسات معدن

خیس و گل آلود می شود آن گاه ماشین آلات باید در گل و لای حرکت کنند که این حالت نیز مشکلات زیادی را پیش می آورد. معمولاً در معادن برای رفع گرد و غبار حتی المقدور در جاده های ورودی به محوطه های اداری، مسکونی و تأسیسات معدن که هنوز آسفالت نشده اند، آب پاشی می کنند و برای رفع گل آلودگی، مازوت پاشی می نمایند ولی این راه حل ها موقتی هستند برای رفع اشکال دائم از آسفالت استفاده می شود شکل (۱۲-۱۰). استفاده از آسفالت محاسن دیگری نیز دارد از آن جمله از بین رفتن پستی و بلندی ها و صاف بودن مسیر است که همین امر باعث می شود تا سرعت ماشین آلات زیاد شود. آسفالت مقاومت قابل توجهی در برابر رطوبت، یخبندان، بارش و حرارت دارد. البته یکی از عیوب آسفالت پرهزینه بودن آن است و دیگر اینکه اگر بنزین یا گازوئیل روی آن ریخته شود عمر آن کم می شود به همین علت در تعمیرگاه های ماشین آلات معدنی به علت وجود این مورد کف تعمیرگاه را بتنی می سازند تا در برابر مایعات سوختی مقاوم باشد.

جاده ی اصلی معدن

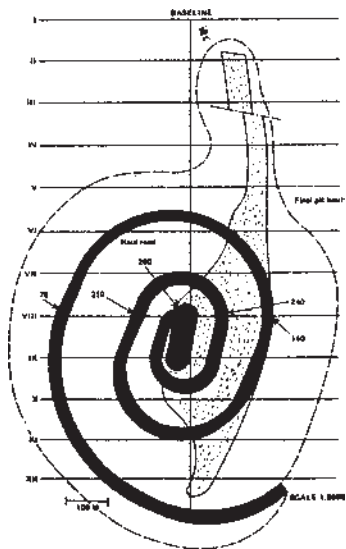
کلیه ی معادن روباز حداقل دارای یک جاده ی اصلی هستند و بسته به شکل ذخیره ی معدنی ممکن است دارای بیش از یک جاده باشند که تا عمق معدن و یا درمورد دیگر تا بالای ارتفاعات ادامه یابد. در ایجاد جاده ی اصلی معدن بایستی به سه پارامتر اساسی توجه کرد که عبارتند از: ۱- شیب جاده ۲- پهنای جاده ۳- محل جاده



شکل ۱۳-۱۰- ارتباط عرض کامیون و عرض جاده ی اصلی

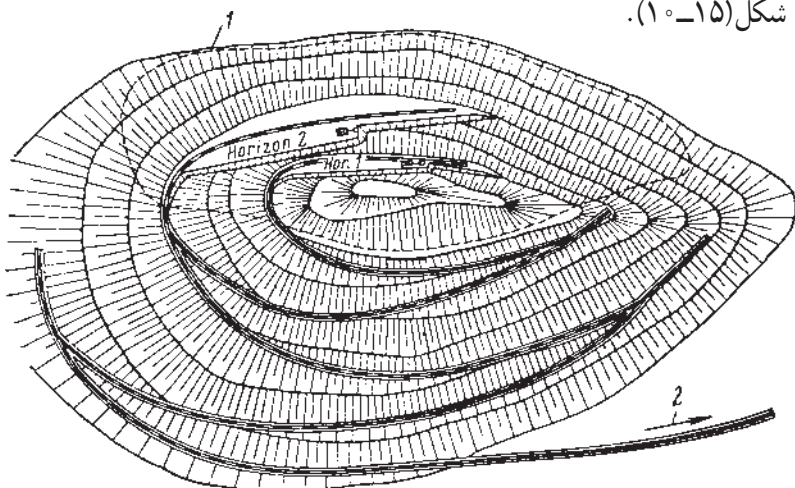
عرض جاده های اصلی معدن معمولاً با در نظر گرفتن فرورفتگی (آب راه)، عرض ۵/۴ متری کامیون و برآمدگی (خاک ریز ایمنی) ۲۵ متر می باشد شکل (۱۳-۱۰).

جاده‌های حلزونی: در معادن کم عمق و در معادن کم ارتفاع جاده‌ی معدنی مستقیم است اما با عمیق‌تر شدن معدن، جاده‌ی معدن به‌صورت حلزونی ساخته می‌شود. در این نوع جاده‌ها شیب جاده در تمام طول مسیر کم و بیش یکسان است شکل (۱۴-۱۰).



شکل ۱۴-۱۰- جاده‌ی حلزونی

جاده‌های زیگزاگی: این جاده‌ها در معادن عمیق و در معدنی که در ارتفاعات زیاد قرار دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند و جهت غلبه بر شیب معدن جاده‌ها به‌صورت زیگزاگی طراحی و ایجاد می‌شوند شکل (۱۵-۱۰).



شکل ۱۵-۱۰- جاده‌ی زیگزاگی

ویژگی‌های عمومی مسیر جاده‌ی معدنی

مسیرهای زیادی برای احداث جاده‌ی معدنی وجود دارد عموماً مسیر جاده‌ی معدنی دارای ویژگی‌های زیر است :

۱- از نظر خاک‌ریزی و خاک‌برداری در طول مسیر کم‌هزینه‌ترین مسیر همیشه مدنظر است.

۲- از نظر زمین‌شناسی مسیر جاده نباید از زمین‌های رُسی عبور کند زیرا زمین‌های رُسی باعث نشست جاده می‌شوند.

۳- مسیر جاده‌ها باید مسیر آفتاب‌گیر باشند.

۴- مسیر جاده‌ها نباید مسیل‌گیر باشد و باید حداقل تقاطع را با مسیل‌ها داشته باشد.

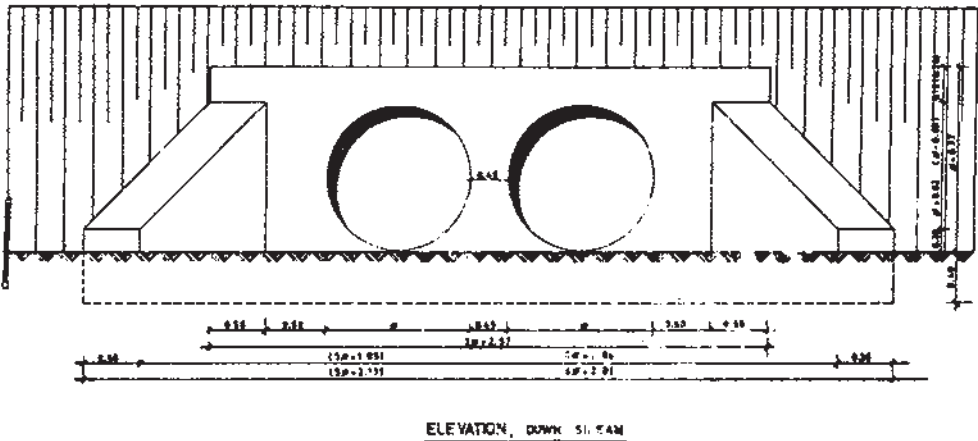
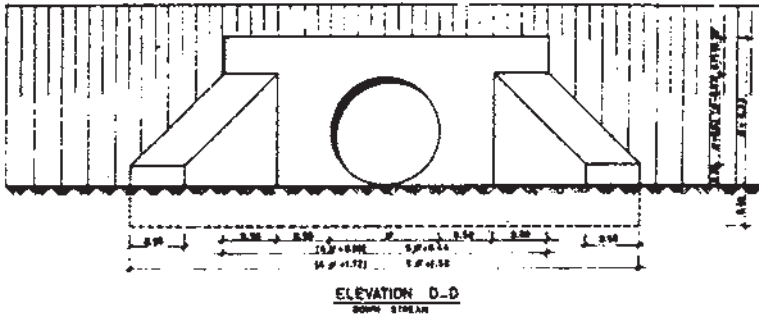
۵- هرچه طول مسیر و تعداد قوس‌ها کمتر باشد اقتصادی‌تر است.

پل‌های ساده

لوله‌هایی که با بتن مسلح ساخته می‌شوند می‌توانند به عنوان پل‌های ساده در جاده‌های معدنی به کار روند. لوله‌هایی که قطر آن‌ها کوچک باشد با بتن غیر مسلح و اگر قطرشان بزرگ باشد با بتن مسلح ساخته می‌شوند. لوله‌های کوچک به صورت نر و مادگی توی هم می‌روند. لوله‌های بزرگ به شکل استوانه ساده‌ای هستند که آن‌ها را در امتداد هم قرار می‌دهند روی لوله‌ها یک قشر به ضخامت مناسب خاک ریخته و کاملاً می‌کوبند و بعد روی آن را برای راه‌سازی آماده می‌کنند. وجود خاک برای این است که ضربه‌هایی که از حرکت ماشین‌آلات تحمل می‌شود مستقیماً به لوله وارد نشود.

در زمین‌های سُست حتماً باید لوله را در داخل بتن یا شفته آهکی کار گذاشت تا سُستی زمین باعث به هم خوردن وضعیت لوله‌ها نسبت به هم نشود.

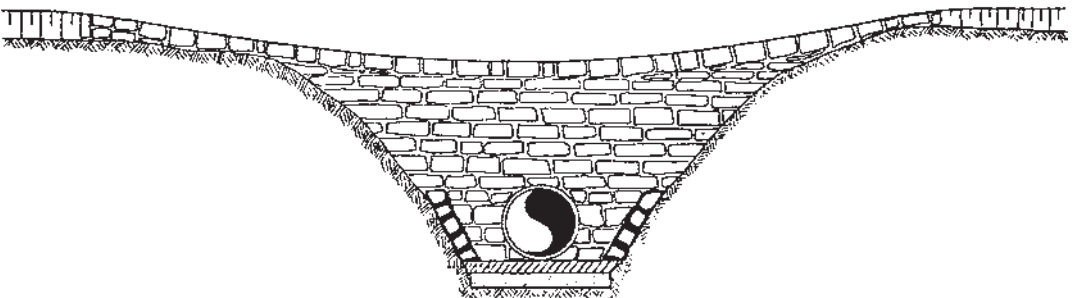
معمولاً در دو طرف لوله دیوار بتنی می‌سازند که خاکریز در پشت آن واقع است. درجایی که یک لوله برای عبور آب کافی نباشد می‌توان از دو یا چند لوله کنار هم استفاده کرد و سر تمام لوله‌ها را در داخل دیوار بتنی قرار داد شکل (۱۶-۱۰).



شکل ۱۶-۱۰- نوعی پل ساده

آب نما

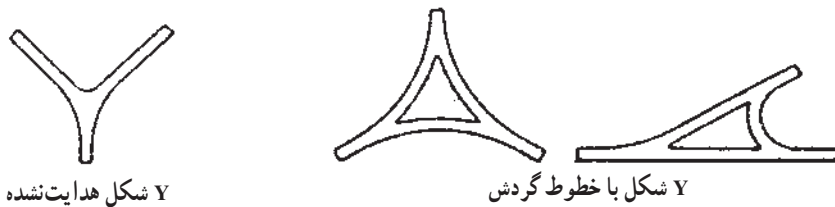
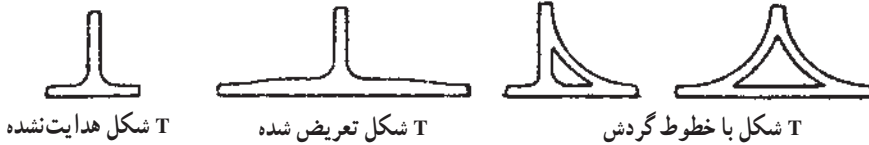
در راه‌های معدنی برای عبور آب‌های سیلابی می‌توان از آب‌نما استفاده کرد. ساختن آب‌نما در مقایسه با ساختن پل‌های کوچک بسیار اقتصادی است. در روی نیم‌رخ طولی راه آب‌نما به صورت یک قوس قائم مقعر قرار می‌گیرد و قسمتی که آب عبور می‌کند لوله کار گذاشته می‌شود البته قبل از کارگذاری لوله دو لایه را به ترتیب از پایین به بالا با ضخامت ۱۵ سانتی‌متر و ۲۰ سانتی‌متر گراول و بتن ریزی می‌کنند شکل (۱۷-۱۰). اطراف لوله تا زیر سطح جاده را با ملات سنگ چین می‌کنند و یا بتون آرمه می‌کنند.



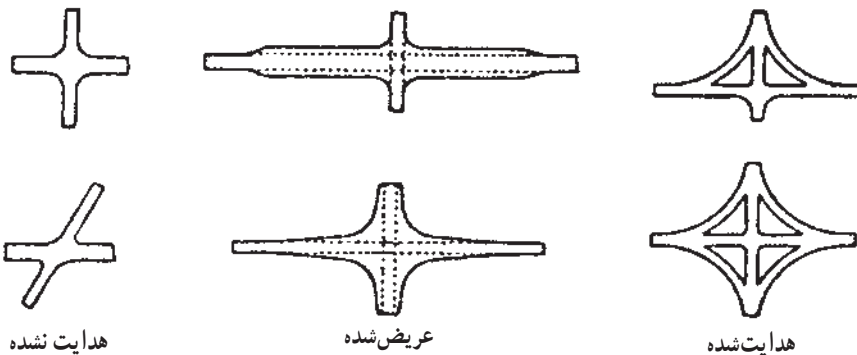
شکل ۱۷-۱۰- آب‌نما با لوله

انواع شکل‌های تقاطع در معادن

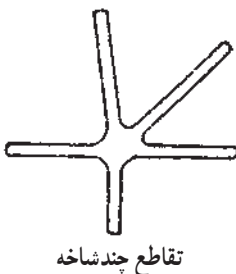
اصلاح تقاطع‌ها در جاده‌های معدنی یکی از عوامل فنی در بهبود ایمنی و عبور و مرور روان است. انواع شکل‌های تقاطع سه‌راهی، چهارراهی و چندراهی در شکل (۱۸-۱) مشاهده می‌شود.



تقاطع‌های سه‌شاخه‌ای «سه راه»



تقاطع‌های چهارشاخه‌ای «چهار راه»



محوطه‌سازی

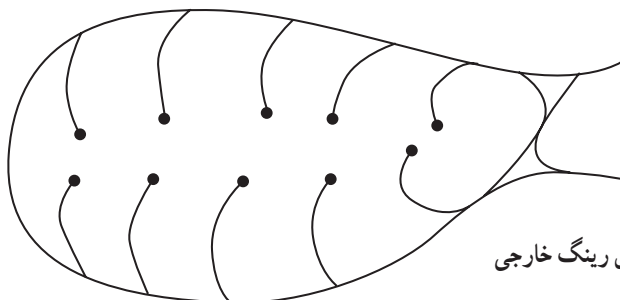
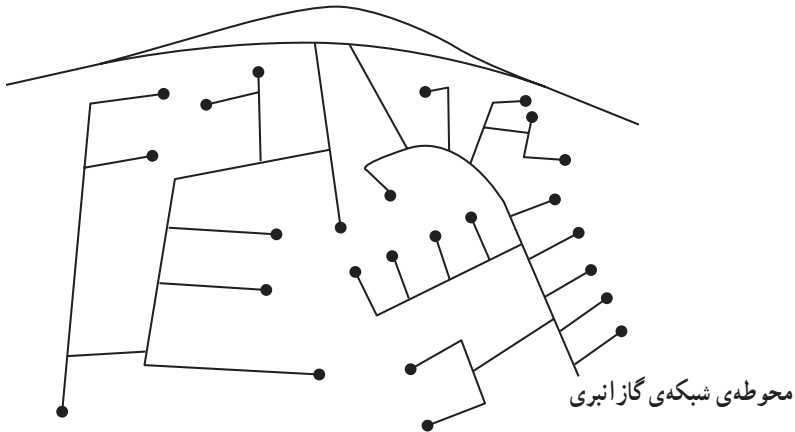
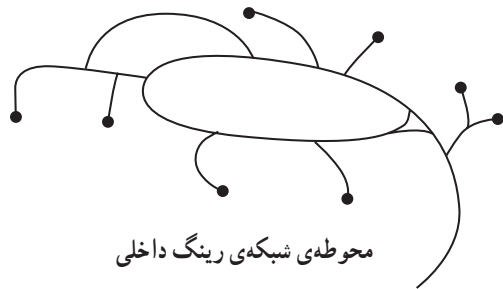
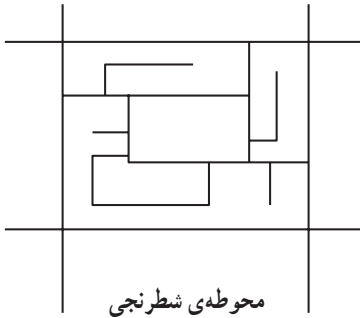
محوطه‌سازی تأسیسات بیرونی معدن در یک مجموعه‌ی معدنی به صورت‌های زیر انجام می‌شود :

الف - محوطه‌سازی نوع شطرنجی

ب - محوطه‌سازی نوع رینگ داخلی

ج - محوطه‌سازی نوع رینگ خارجی

د - محوطه‌سازی نوع گازانبری



شکل ۱۹-۱۰

خودآزمایی

- ۱- مراحل مربوط به مطالعات تعیین مسیر راه در معدن کدام‌هاست؟
- ۲- نقشه راه چگونه روی زمین پیاده می‌شود؟
- ۳- عملیات خاکی چیست و چگونه تقسیم‌بندی می‌شود؟
- ۴- روسازی چگونه انجام می‌شود؟
- ۵- ماشین آلات راه‌سازی را نام برده یکی از آن‌ها را توضیح دهید؟
- ۶- شانه راه و شیب راه چگونه ایجاد می‌شوند؟
- ۷- کوبیدن و مبادی کوبیدن خاک را توضیح دهید؟
- ۸- ایجاد لایه‌ی زیر اساس را توضیح دهید؟
- ۹- هدف از روسازی را شرح دهید؟
- ۱۰- ارتباط عرض کامیون و جاده‌ی اصلی چگونه تعیین می‌شود؟
- ۱۱- در چه شرایطی جاده‌های حلزونی و زیگزاگی احداث می‌شوند؟
- ۱۲- محوطه‌سازی تأسیسات بیرونی معدن به چند صورت است؟

ضمیمه‌ی (۱)

ساختمان‌سازی

انسان برای زیستن، همواره به پناهگاه نیاز داشته است. او زندگی را از غارنشینی شروع کرده، به ساختمان‌های عظیم چندین طبقه زیرزمینی یا روی زمینی با تکنولوژی بسیار پیش‌رفته رسیده است. در بحث معادن نیز به علت نوع کار در این زمینه و شرایط موجود، اعم از دوری معادن از شهرها نیاز به ساخت ساختمان‌های اداری، تأسیساتی و مسکونی در حوالی معدن وجود دارد. و دانستن حداقل اطلاعات، برای ساخت یک ساختمان که نیازهای کارگران و عوامل معدن را تأمین کند، مورد نیاز هنجاریان است که در این فصل به اختصار به آن اشاره می‌کنیم.

پیاده‌کردن نقشه و هدف از انجام آن

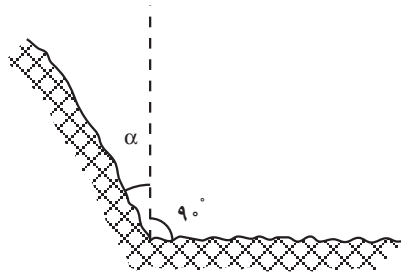
پس از این که مراحل مطالعه و طراحی طرح ساختمانی به پایان رسید و نقشه‌ی آن توسط مهندسان آماده شد، باید برای شروع عملیات ساختمانی، موقعیت و محل دقیق آن روی زمین مشخص شود. منظور از پیاده‌کردن نقشه، مشخص کردن گوشه‌ها و محورها و اضلاع طرح به روی زمین است که به وسیله‌ی مترکشی یا دوربین‌های نقشه‌برداری تعیین، میخ‌کوبی و سپس رنگ‌ریزی می‌شود. عمل پیاده‌کردن نقشه، باید کنترل شود یعنی پس از میخ‌کوبی گوشه‌ها و تعیین محورها و قبل از رنگ‌ریزی باید با اندازه‌گیری مجدد اضلاع و زوایا، از درستی آن‌ها مطمئن شد در غیراین صورت باید نسبت به اصلاح آن‌ها اقدام نمود.

گودبرداری

در کلیه‌ی ساختمان‌هایی که تمام یا قسمتی از بنا پایین‌تر از سطح طبیعی زمین احداث می‌شود، باید گودبرداری انجام شود. گاهی ممکن است عمق گودبرداری به چندین متر برسد. گودبرداری معمولاً با وسایلی مانند بیل مکانیکی و یا لودر و در صورت محدودیت زمین یا عدم دسترسی به ماشین‌آلات، از وسایل دستی مانند بیل و کلنگ و فرغون انجام می‌گیرد. گودبرداری در زمین‌ها به دو صورت نامحدود و محدود انجام می‌شود. منظور از زمین نامحدود، زمین وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی وجود ندارد و تعریف زمین محدود به عکس آن است. در مورد تأسیسات معدن، زمین گودبرداری اغلب از نوع اول است یعنی به صورت نامحدود است. برای گودبرداری این نوع زمین‌ها از ماشین‌آلاتی مانند بیل مکانیکی، لودر استفاده می‌شود و خاک با شیب متناسب برداشته می‌شود. خاک‌های حاصل از گودبرداری با کامیون، به خارج از محل حمل می‌شوند.

شیب دیواره‌های محل گود برداری

برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های محل گودبرداری، دیواره‌های کناری حاصل از خاک برداری یا تراشه‌های اطراف باید دارای شیب ملایمی باشد (شکل ۱). زاویه بین خط شیب با خط عمود به اندازه‌ی α است. زاویه‌ای است که بستگی به نوع خاک، عمق و نوع گودبرداری دارد. هر قدر خاک محل، سست‌تر و قابل ریزش‌تر باشد اندازه‌ی زاویه‌ی α باید بزرگ‌تر باشد، مگر این که با قالب‌بندی دیواره‌ها از زاویه‌ی شیب کوچک‌تری استفاده شود (شکل ۱).



شکل ۱- زاویه‌ی α موقعیت گود برداری

پی‌کنی

پی‌کنی در ساختمان به دو منظور انجام می‌شود:

۱- دست‌رسی به زمین سخت و مقاوم، زیرا بارهای ساختمان در نهایت به زمین منتقل می‌شود در نتیجه زمین زیر پی باید مطمئن باشد و نشست نکند.

۲- برای محافظت پی ساختمان و جلوگیری از اثرات جوّی مانند یخ‌زدگی و نیروهای جانبی، پس از پیاده‌کردن نقشه روی زمین، شروع به پی‌کنی می‌کنیم. ابعاد و عمق پی‌کنی به مقاومت زمین، وجود آب‌های سطحی و شرایط اقلیمی بستگی دارد.

در مناطقی که در زمستان آب و هوا خیلی سرد و بارندگی زیاد است خطر یخ‌زدگی برای پی وجود دارد. بنابراین عمق پی را بیش‌تر از مناطق معتدل و گرمسیر در نظر می‌گیرند. به هر حال در هر نوع آب و هوایی، عمق پی‌کنی نباید کم‌تر از 50° سانتی‌متر باشد.

آماده‌سازی کف پی: قبل از پی‌سازی، باید کف پی را آماده کرد، به این صورت که کف پی باید کاملاً مسطح و عاری از هرگونه مواد زاید باشد. همچنین نباید با خاک دستی یا با مصالح غیرمقاوم و مواد آلی پرشده باشد.

پی سازی

بعد از پی کنی و آماده سازی کف آن، به وسیله ی مصالح و ملات های مختلف، عملیات پی سازی ساختمان صورت می گیرد.

بارهای وارد از سقف ساختمان، به ستون ها و یا دیوارها و سپس به کرسی و نهایتاً به پی ساختمان وارد می شود پی نیز بارهای وارده را به زمین منتقل می کند. پس پی عامل انتقال کلیه ی بارهای ساختمان به زمین است. بنابراین باید به گونه ای طرح و اجرا شود که بتواند وزن زیاد ساختمان و اشیایی که در آن قرار دارد و وزن افرادی که از ساختمان استفاده و یا در آن رفت و آمد می کنند را تحمل نماید. در صفحات بعد بیش تر در مورد پی یا فونداسیون توضیح خواهیم داد.

دیوارها

از آنجا که هنرجویان در درس های دیگر، با چگونگی انجام پیوندهای سنگی، آجری و بلوکی، در انواع دیوارها آشنا شده اند از توضیح مجدد آن خودداری می شود و فقط به ذکر نام انواع دیوارها در ساختمان سازی می پردازیم.

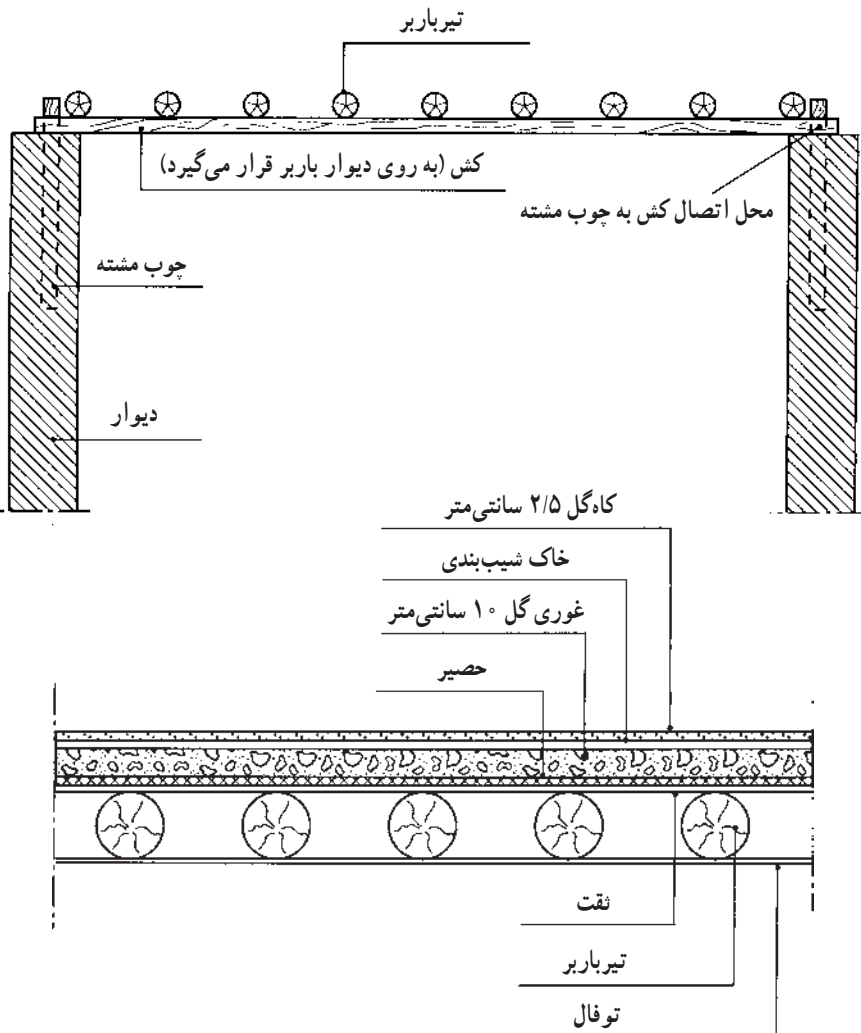
در ساختمان دیوارهای باربر (بارقائم) و دیوارهای زیرزمین از دیوارهایی هستند که علاوه بر تحمل وزن خودشان، بارهای خارجی (اعم از بار مرده و زنده و...) را هم تحمل می کنند. در مقابل دیوارهای حایل و دیوارهای غیر باربر (جداکننده ها و دیوارهای محیطی) از جمله دیوارهایی هستند که فقط وزن خود را تحمل می کنند.

سقف و انواع آن

سقف پوششی است برای جلوگیری از نفوذ عوامل طبیعی به داخل ساختمان. از جمله ی عوامل طبیعی می توان تابش مستقیم آفتاب، باد، باران و برف را نام برد. هم چنین با انسجام سقف و دیوارها، ساختمان در مقابل نیروهای وارده، از مقاومت بیش تری برخوردار خواهد بود. سقف ها از نظر شکل ظاهری عبارت اند از سقف های تخت، شیب دار و قوسی. سقف هایی که زاویه ی شیب آنها با افق، بین ۰ تا ۱۰ درجه باشد، تخت نامیده می شود. سقف های شیب دار با افق زاویه ای بین ۱۰ تا ۷۰ درجه می سازند. ساخت انواع سقف های قوسی در قدیم متداول بود و امروزه کم تر اجرا می شود. از این نوع سقف می توان به طاق گهواره ای، چهار ترک و انواع گنبدها اشاره کرد. سقف تخت ضریبی و کمانی بدون آهن: اجرای سقف های تخت ضریبی بدون آهن، در قدیم

پیش از شناخت و استفاده از تیرآهن بسیار رواج داشت. امروزه در بعضی از روستاها هنوز هم از آن استفاده می‌کنند. مصالح مورد نیاز این سقف‌ها آجر و ملات گچ و خاک است. علت نام‌گذاری «ضربی» آن است که آجرها را با ضربه روی ملات گچ و خاک می‌چسبانند.

سقف‌های تخت چوبی: در نقاط خشک و نیمه‌خشک ایران، از قدیم ساختن سقف‌های تخت چوبی متداول بوده است و هنوز هم در بعضی مناطق، به همان روش سنتی اجرا می‌شود. اجرای آن به این ترتیب است که وقتی حدود $\frac{2}{3}$ ارتفاع دیوارها (خشتی، سنگی یا آجری) چیده شدند، چند تیرگرد چوبی به نام «چوب مُشته» را در وسط دیوارها به صورت قائم کار می‌گذارند و دیوار چینی را ادامه می‌دهند. به این ترتیب چوب‌های مُشته، به وسیله‌ی دیوارها احاطه و کاملاً محکم می‌شوند شکل (۲).

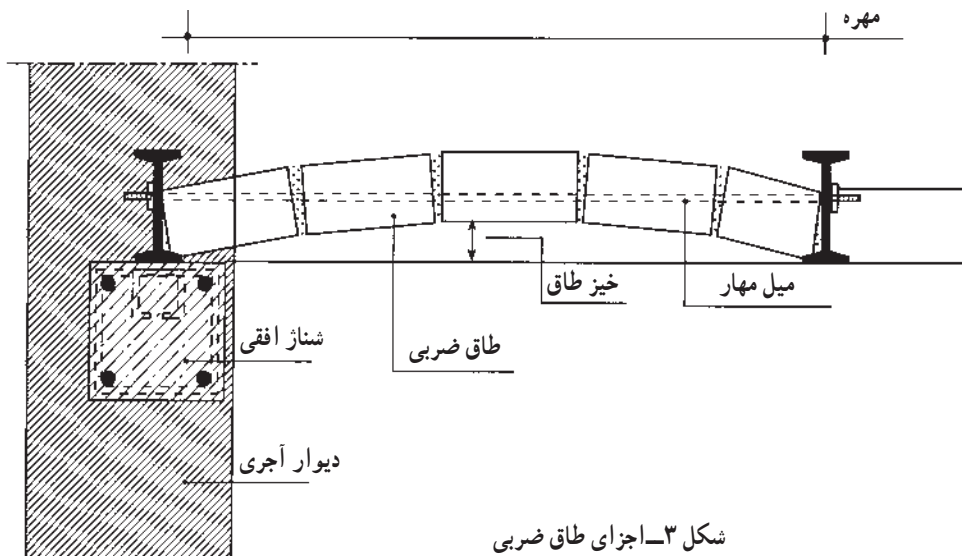


شکل ۲- مقاطع سقف تخت چوبی

تیریزی با مصالح بنایی: با قراردادن چند تیرآهن (تیرهای پوششی) بر روی دیوارها یا پل‌ها (تیرهای حامل) و زدن طاق ضربی با خیز منفی مناسب بین آن‌ها، سقفی به وجود می‌آورند که در ایران بسیار متداول است. قوس آجری بار خود را به تیرآهن وارد می‌کند و تیرآهن، بار را به تکیه‌گاه‌ها منتقل می‌نماید. در نقشه تعداد تیرآهن پوشش را براساس بارهای وارده (مرده و زنده) و طول دهانه، (فاصله‌ی دو تکیه‌گاه تیرآهن) پیاده و تعیین می‌کنند.

کلاف (شناژ) افقی زیر سقف: معمولاً سر تیرآهن‌ها را مستقیماً و بدون هیچ‌گونه واسطه‌ای روی دیوارهای باربر آجری قرار می‌دهند و بین تیرآهن‌ها را با طاق ضربی می‌پوشانند. این روش با وجود این که بسیار متداول است، اما نقاط ضعفی دارد که انجام آن صحیح نیست. اولاً تقسیم فشار، نامناسب خواهد بود. زیرا سر تیرآهن بر روی یک یا دو آجر قرار می‌گیرد و امکان خردشدن آجر زیاد است. ثانیاً به دلیل عدم درگیری مناسب بین سقف و دیوارها، ساختمان در برابر زلزله از مقاومت خوبی برخوردار نخواهد بود. چون ایران یکی از کشورهای زلزله‌خیز است، باید پیش‌بینی‌های لازم برای ایجاد ایمنی ساختمان در برابر نیروهای زلزله به عمل آید. ایجاد کلاف بتنی بر روی دیوارها و اتصال تیرآهن‌ها به این کلاف، برای ایمن‌سازی ساختمان در مقابل نیروهای افقی زلزله بسیار موثر است.

اجرای تیریزی: پس از آن که کلاف بتنی خودگیری خود را انجام داد و صفحات فلزی در بتن محکم شدند، تیرآهن‌ها را بر روی صفحات قرار می‌دهند و آن‌ها را با جوش کاری محکم و ثابت می‌نمایند. با توجه به ترازبودن کلاف بتنی، صفحات تیرآهن‌ها هم تراز خواهند شد. مرحله‌ی بعدی کار مهار کردن تیرآهن‌ها به یکدیگر است. برای این منظور میل‌گردهایی به صورت ضربدری از روی تیرآهن‌ها عبور می‌دهند و آن‌ها را به بالای تیرآهن‌ها جوش می‌دهند به جای میل‌گرد از تسمه‌ی فلزی هم می‌توان استفاده کرد.

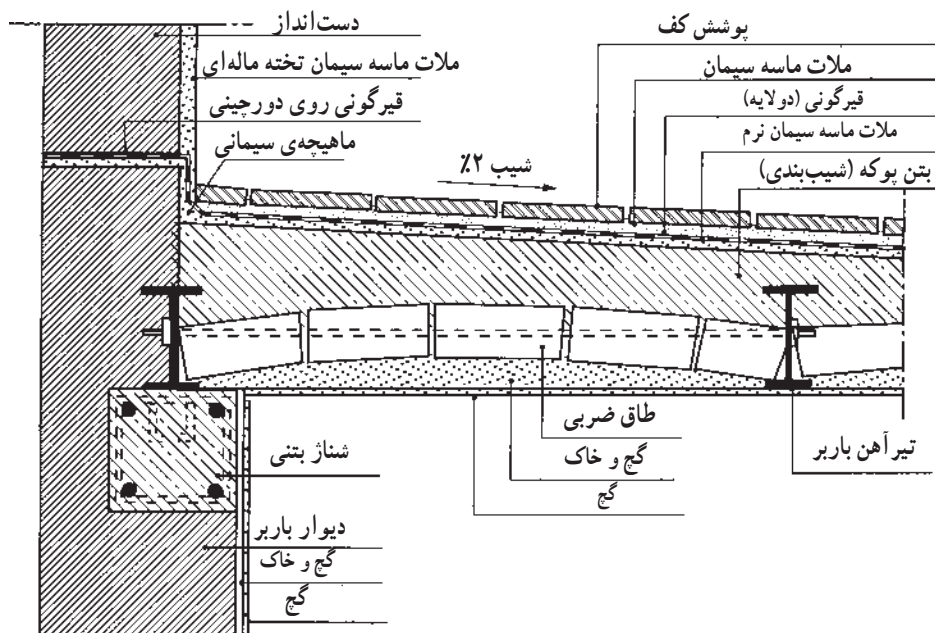


شکل ۳- اجزای طاق ضربی

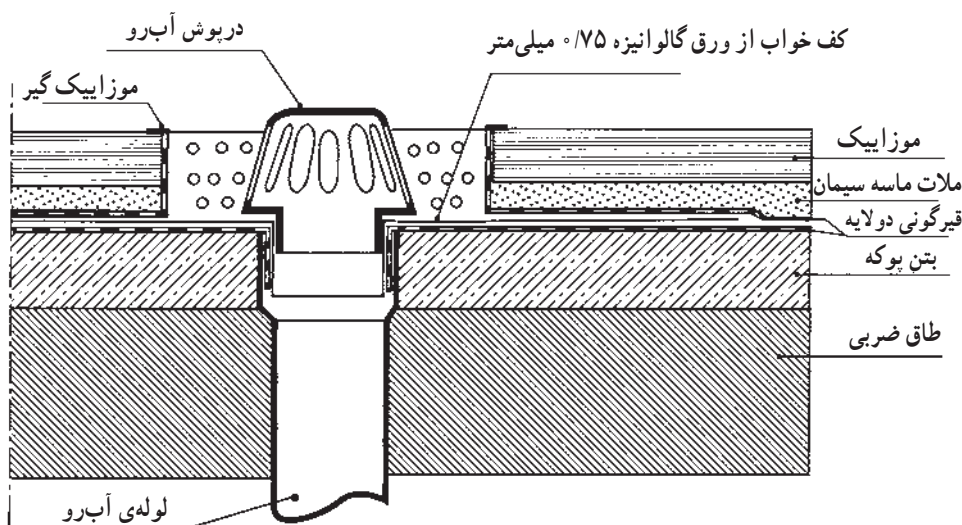
برای جلوگیری از زنگ زدگی، به تمام آهن‌ها سرنج می‌زنند و به بال پایین تیر آهن‌ها توری سیمی نصب می‌کنند تا چسبندگی اندود به تیر آهن بهتر انجام شود.

اجرای طاق ضربی: برای زدن طاق ضربی یک نواخت، بنا باید از تجربه‌ی کافی برخوردار باشد شکل (۳). برای آن که بنا بتواند طاق ضربی را اجرا نماید احتیاج به داربست مناسب دارد، زیرا ارتفاع مناسب داربست و تسلط بنا بر طاق می‌تواند در یک نواخت زدن طاق بسیار موثر باشد. فاصله‌ی مناسب بین داربست و تیر آهن برابر قد بنا + ۵ سانتی متر است. قبل از شروع طاق زنی باید بین تیر آهن سه رج آجر چیده شود. به این قسمت که طاق ضربی از آن شروع می‌شود «گلوگاه» گفته می‌شود. ملات گچ و خاک به قطر ۱/۵ سانتی متر بر سطح دیوار (گلوگاه) با دست کشیده می‌شود (اصطلاحاً «کف کش» یا «کف سوز» می‌شود) و آجری که «آب‌خور» شده با ضربه به روی گچ و خاک می‌چسبد. به‌طوری که آجر، روی نیمه بال پایین آهن قرار گیرد، با دست چپ (دست ضعیف‌تر) آجر اولی نگه‌داری می‌شود. آجر بعدی که آب‌خور شده است، با دست راست (دست قوی‌تر) با ضربه روی ملات گچ و خاک پهلوی آجر قبلی چسبانده می‌شود. وقتی آجرها تا وسط دو تیر آهن (وسط دهانه) رسیدند، طاق زنی از طرف دیگر شروع می‌شود تا دو نیمه‌ی طاق به یک‌دیگر برسند (در وسط دهانه) در این جا برای پر کردن فاصله‌ی بین دو آجر، از تکه‌های کوچک آجر به نام «کاربند» استفاده می‌شود.

عایق رطوبتی سقف و نصب کف خواب: آب باران که بر روی سقف می‌ریزد باید به طرف ناودان سرازیر و به وسیله‌ی آن به خارج از ساختمان هدایت شود. تعداد و اندازه‌ی قطر آب‌رو یا ناودان بستگی به مقدار باران، سطح و شیب بام دارد شکل (۴). شیب مناسب برای هدایت آب در بام، حدود ۲٪ است.



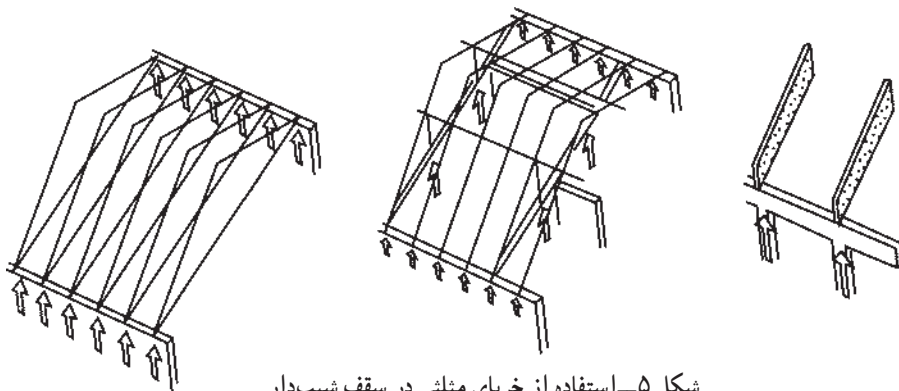
شکل ۴ - عایق رطوبتی سقف در میان دیگر اجزا



شکل ۵ - وضعیت آب‌رو در میان دیگر اجزا

پوشش بام: پوشش متداول بام‌های تخت عایق رطوبتی همراه آسفالت یا موزایک است. ضخامت آسفالت (آستر و رویه) حدود ۵ سانتی متر است. در صورت پوشش سقف با موزایک ابعاد آن هر قدر کوچک تر باشد، مناسب تر خواهد بود شکل (۴).

سقف شیب دار: سقف شیب دار به سقف‌هایی می‌گویند که زاویه‌ی شیب آن‌ها با افق بین ۱۰ تا ۷۰ درجه باشد. تعیین شیب سقف به مقدار بارندگی نوع پوشش و طراحی منطقه‌ای (نظر طراح) بستگی دارد. سقف‌های شیب دار متداول عبارت‌اند از: یک طرفه، دوطرفه و چهارطرفه بعضی مواقع از فضای زیر سقف به عنوان انباری استفاده می‌شود.



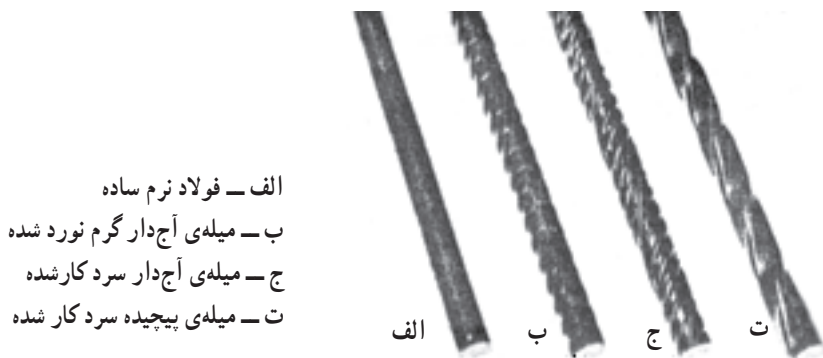
شکل ۵- استفاده از خرابای مثلثی در سقف شیب دار

طریقه‌ی شیب دار کردن سقف‌ها: سقف شیب دار از دو قسمت اسکلت و پوشش تشکیل می‌شود. یکی از راه‌های شیب دار کردن سقف، استفاده از خراباهای مثلثی چوبی یا فلزی است. بار سقف به خراباها و از خراباها به دیوارها یا ستون‌ها وارد می‌شود و دیوارها بار را به پی ساختمان منتقل می‌نمایند (شکل ۵). در دهانه‌های بزرگ برای شیب دار کردن سقف تیرهای فلزی (تیر با اینرسی غیریک نواخت) را که به آن‌ها «سوله» می‌گویند به کار می‌برند. در صفحات بعد به توضیح بیش تر در مورد خراباها خواهیم پرداخت.

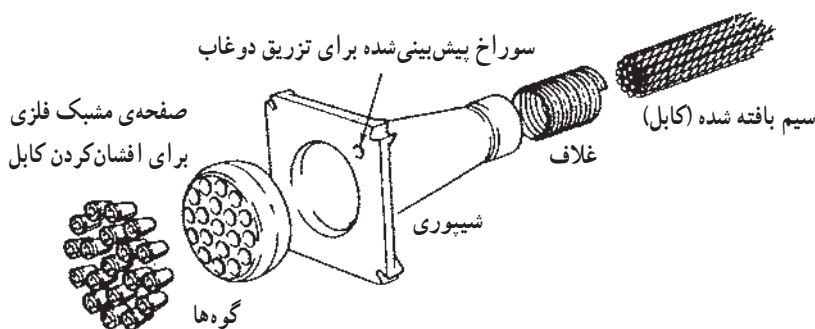
بتن مسلح

بتن در برابر نیروهای فشاری، مقاومت خوبی دارد ولی در برابر نیروهای کششی، مقاومت آن کم تر است. برای رفع این نقیصه، از فولاد در ساختار بتن استفاده می‌شود زیرا فولاد مقاومت خوبی در برابر نیروهای کششی دارد از این رو مجموعه‌ی فولاد و بتن مقاومت خوبی در برابر کشش و فشار خواهند داشت. به این مجموعه در اصطلاح، بتن مسلح می‌گویند از بتن مسلح نه تنها در بعضی

ساختمان‌های معدنی استفاده می‌شود، بلکه در نگه‌داری تونل‌ها و دیواره‌ی چاه‌ها و کارهای زیرزمینی نیز، استفاده‌ی زیادی می‌شود انواع سیم‌های بافته شده و فولادهایی که به صورت میله در بتن‌ها کاربرد دارند در شکل‌های (۶) و (۷) مشاهده می‌شوند.



شکل ۶- انواع فولادهای مورد استفاده در بتن مسلح



شکل ۷- نحوه‌ی قرار گرفتن یک دسته سیم بافته شده (کابل در بتن)

فرم‌های رایج کاربرد میل‌گرد در بتن

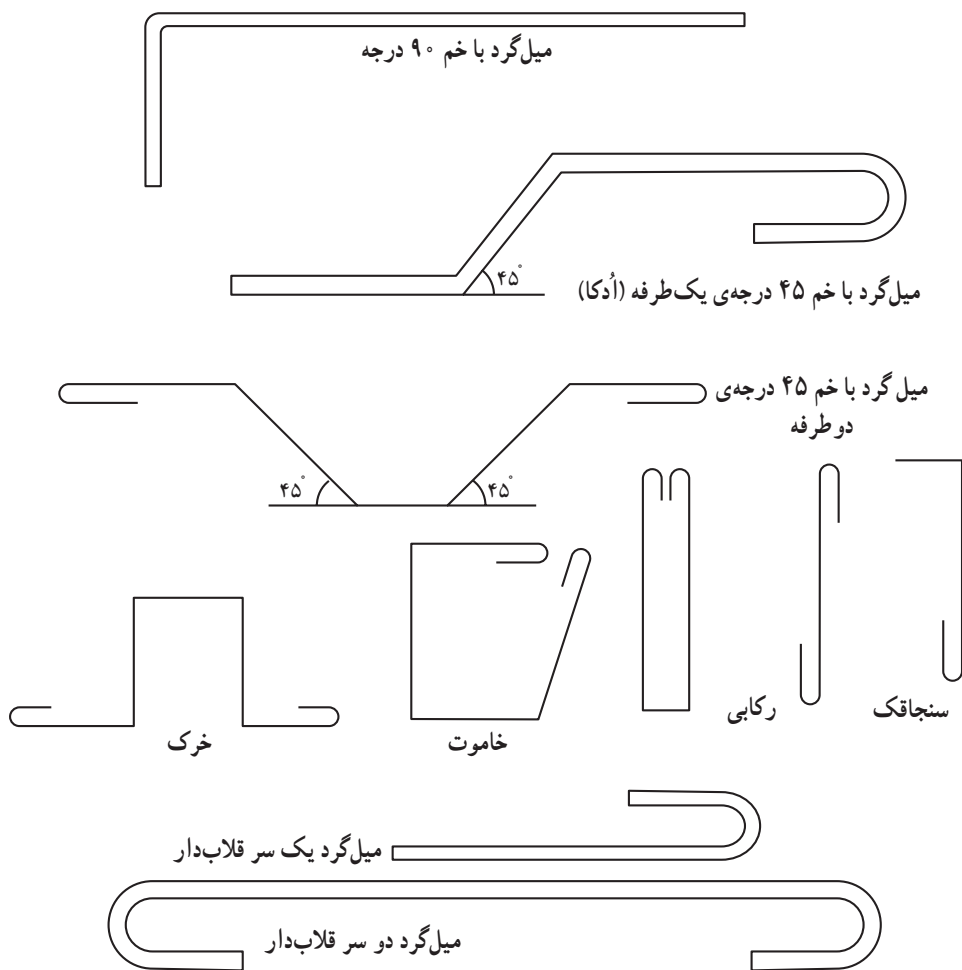
میل‌گرد راستا: برای افزایش مقاومت کششی بتن به کار برده می‌شود.

خاموت: برای جلوگیری از بیرون‌زدگی آرماتورهای طولی در اثر کمانش و تحمل نیروهای برشی و جلوگیری از گسترش ترک به کار می‌رود.

سنباقک: برای تقویت مقاومت برشی خاموت‌ها و اتصال کامل بین میل‌گردهای طولی و خاموت به کار می‌رود.

خرک: برای قراردادن دو شبکه‌ی متوالی افقی با فاصله‌ی معین در داخل قالب (در بتن‌ریزی‌های کف و فونداسیون) به کار می‌رود.

رکابی: برای در امتداد نگاه داشتن آرماتورهای طولی و یا عمودی در بتن ریزی دیوارها (به شکل حرف u انگلیسی) به کار می روند.

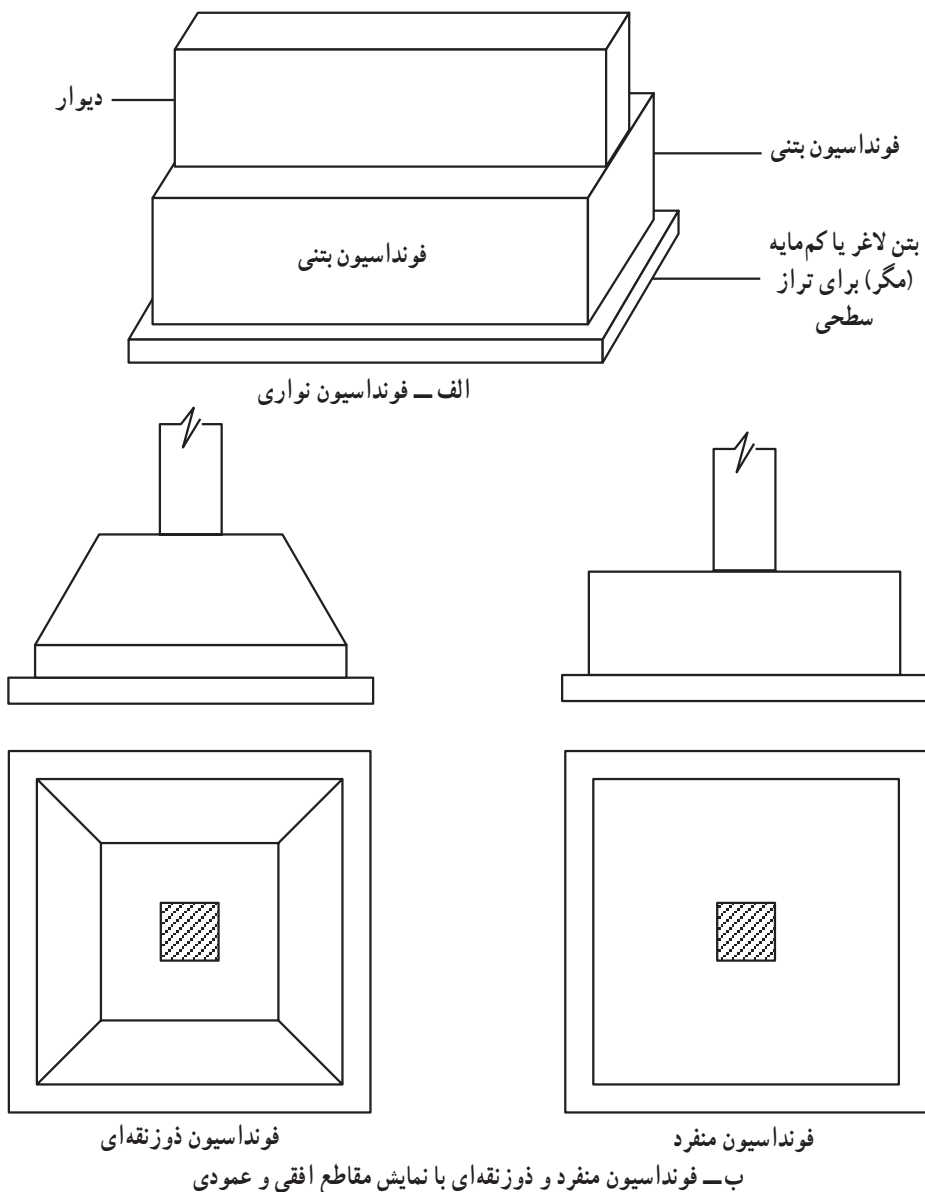


شکل ۸- فرم های رایج کاربرد میل گرد در بتن

تعریف فونداسیون

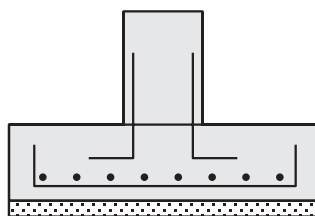
همانطور که قبلاً اشاره شد پی یا فونداسیون قسمتی از یک سازه است که غالباً زیرتر از سطح زمین قرار می گیرد و نیروهای ناشی از سازه را به خاک یا بستر سنگی انتقال می دهد. عمل کرد فونداسیون: تقریباً تمامی خاک ها، تحت تأثیر نیرو، به مقداری قابل ملاحظه فشرده می شوند که این مسئله باعث نشست سازه ی استوار بر آن ها می شود.

انواع فونداسیون‌ها: فونداسیون‌ها در حالت کلی به انواع فونداسیون‌های دیوار و ستون تقسیم‌بندی می‌شوند. فونداسیون دیوار یک نوار از بتن مسلح به عرض بزرگ‌تر از ضخامت دیوار است (حداقل عرض ۵۰ سانتی‌متر) که بار دیوار را به سطح گسترده‌تری منتقل می‌کند (فونداسیون نواری). انواع فونداسیون‌های منفرد معمولاً به صورت مربع و گاهی مستطیل هستند. در بعضی از فونداسیون‌ها ممکن است مقطع به شکل دوزنقه باشد (شکل ۹).



میل گرد گذاری ساده‌ی فونداسیون‌ها

در عمل میل گرد به صورت شبکه‌ای در کف فونداسیون قرار داده می‌شود (با احتساب فاصله‌ی پوشش بتن) برای ایجاد چسبندگی و انتقال مناسب نیرو از فولاد به بتن و بالعکس منتقل می‌شود و در کناره‌ها میل گردهای شبکه با خم 90° درجه به طول معین فرم داده می‌شوند شکل (۱۰).



فرم فونداسیون

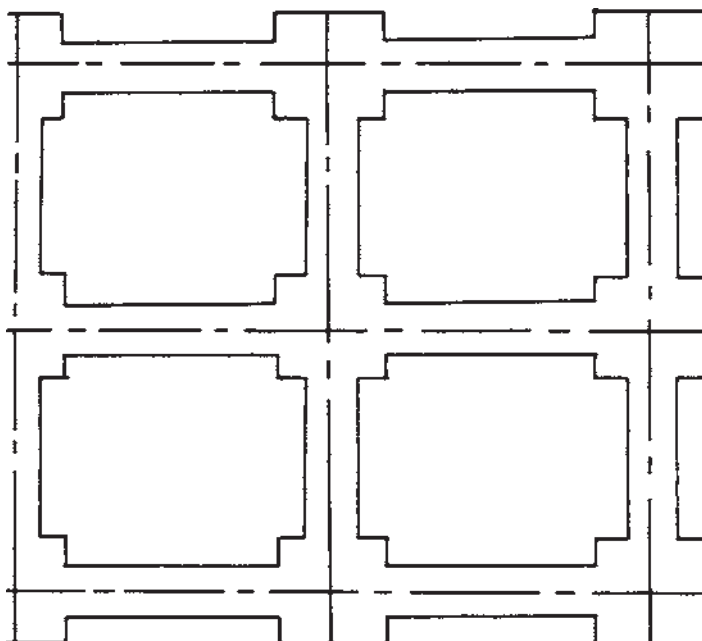


نحوه‌ی قرارگیری میل گردها در
کف به صورت شبکه

شکل ۱۰ - میل گرد گذاری

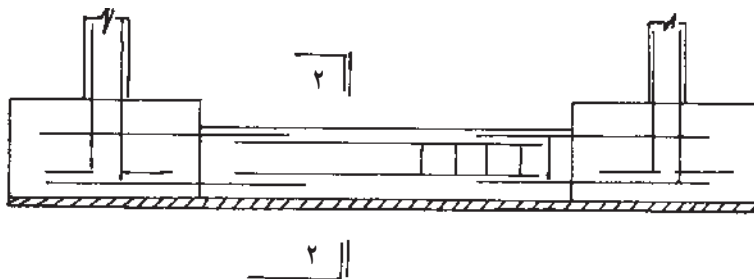
شناژ افقی تحتانی

وظیفه‌ی شناژ کلاف کردن و مهار نمودن فونداسیون‌ها است. و به منظور مقابله با نیروهای افقی (زلزله، باد و غیره) و یک‌نواختی نشست در ساختمان‌ها به کار می‌رود. در شکل‌های (۱۱) و (۱۲) و (۱۳) فرم‌های مختلف شناژ تحتانی نشان داده شده است.

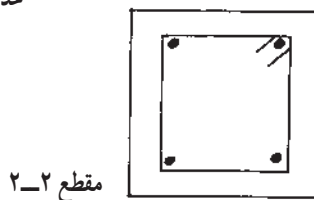


شکل ۱۱ - نحوه‌ی آکس (محور) بندی فونداسیون یک ساختمان

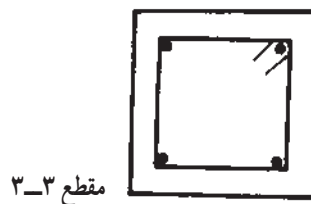
الف - هم سطح با سطح تحتانی پی



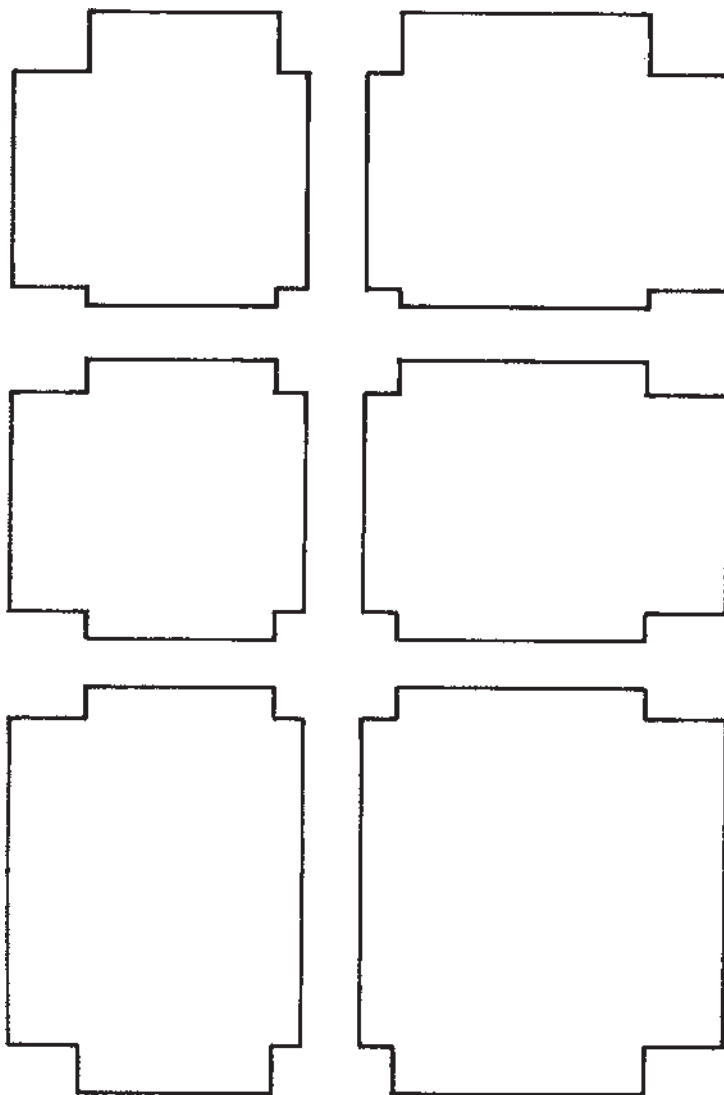
حداقل پوشش بتون ۷۵ میلی متر



ب - کلاف های افقی تحتانی در ساختمان های با مصالح بنایی



شکل ۱۲- نحوه ی فولادگذاری در شناژهای افقی تحتانی



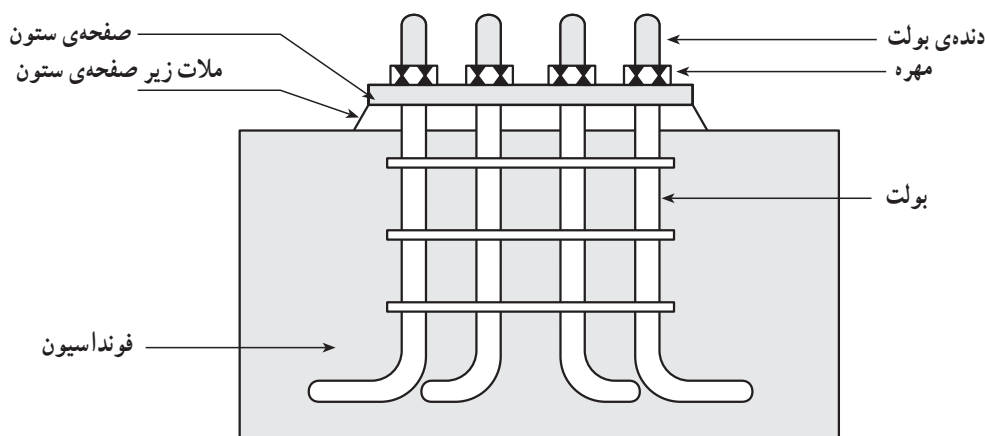
شکل ۱۳- پلان فونداسیون یک ساختمان ساده

ساختمان‌های اسکلت فلزی

ساختمان‌ها را از نظر اسکلت‌بندی به دو نوع اسکلت فلزی و اسکلت بتنی تقسیم می‌کنند. اولین مرحله در ساخت ساختمان‌های اسکلت فلزی استفاده از صفحه‌ی کف ستونی و بولت برای اجرای فونداسیون است. در صفحه‌ی بعد به ترتیب اجرا، به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

استفاده از صفحه‌ی کف ستونی و بولت

در بعضی ساختمان‌ها ستون‌ها، نقش انتقال‌دهنده‌ی بارهای وارد شده را به فونداسیون به عهده دارند. ستون فلزی به وسیله‌ی صفحه‌ی ستون و صفحه‌ی ستون به وسیله‌ی میله‌ی مهار (بولت‌ها) به فونداسیون بتنی متصل می‌گردد و بارهای وارده از این طریق به زمین اعمال می‌شود (شکل ۱۴).



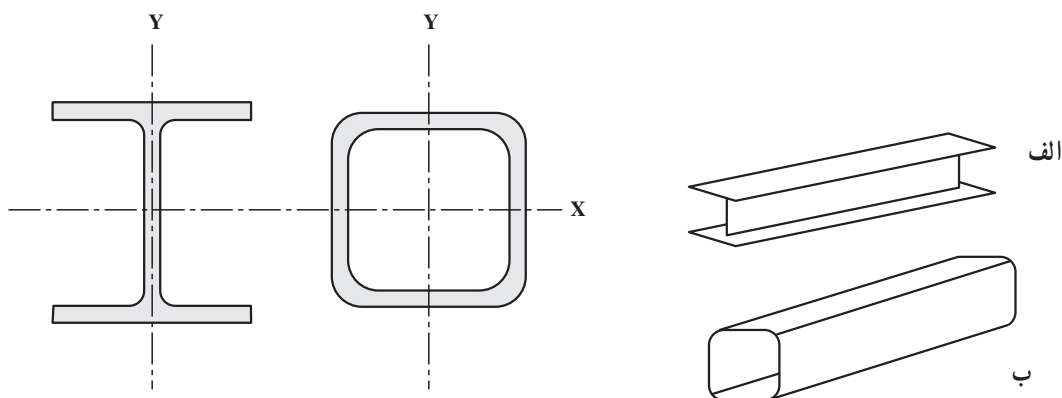
شکل ۱۴- نحوه‌ی قرارگیری صفحه‌ی ستون و بولت‌ها

ستون‌های فلزی

ستون عضوی است که معمولاً به صورت عمودی در ساختمان نصب می‌شود و بارهای کف ناشی از طبقات به وسیله‌ی تیر و شاه‌تیر به آن منتقل می‌گردد و به وسیله‌ی آن به فونداسیون و سپس به زمین انتقال می‌یابد.

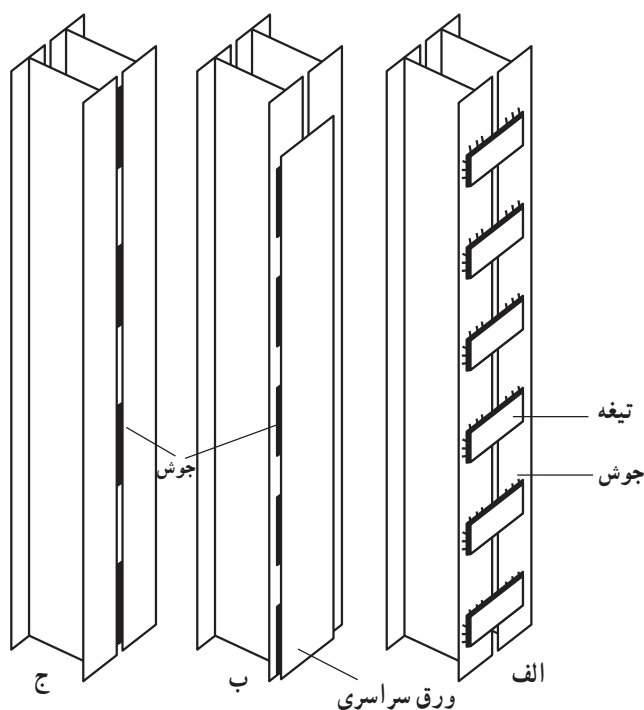
شکل ستون‌ها: شکل سطح مقطع ستون‌ها معمولاً به مقدار و وضعیت بار وارد شده بستگی دارد. برای ساختن ستون‌های فلزی، از انواع پروفیل‌ها و ورق‌ها استفاده می‌شود. عموماً ستون‌ها از لحاظ شکل ظاهری به دو گروه تقسیم می‌شوند:

نیم‌رخ (پروفیل) نورد شده شامل انواع تیرآهن‌ها و قوطی‌ها: بهترین پروفیل نورد شده برای ستون، تیرآهن بال پهن یا قوطی‌های مربع شکل است، زیرا از نظر مقاومت بهتر از مقاطع دیگر عمل می‌کند (شکل ۱۵). ضمن این که در بیش‌تر مواقع، عمل اتصالات تیرها به راحتی روی آن‌ها انجام می‌گیرد.



شکل ۱۵- دو نوع ستون. الف - تیر آهن بال بهن ب - قوطی مربع شکل

مقاطع مرکب: هرگاه سطح مقطع و مشخصات یک نیم رخ (پروفیل)، به تنهایی برای ایستایی (تحمل بار وارد شده و لنگر احتمالی) یک ستون کافی نباشد، از اتصال چند پروفیل به یک دیگر ستون مناسب آن مقاطع مرکب ساخته می شود شکل (۱۶).



شکل ۱۶- مقاطع مرکب

پل‌ها و تیرهای پوشش

شاه‌تیرها (پل‌ها): شاه‌تیرها عضوهای فلزی افقی اصلی هستند که با اتصالات لازم به ستون‌ها متصل می‌شوند و به وسیله‌ی آن‌ها بار طبقات به ستون‌ها انتقال می‌یابد.

هرگاه در شاه‌تیرهای فلزی، به جای تیر تکی از تیرهای دوبله استفاده شود، باید دو تیر در محل بال‌ها به یک‌دیگر به گونه‌ای مطلوب اتصال داشته باشند.

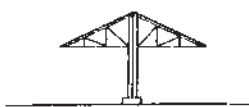
خرپاها

خرپای ساده از اتصال چند میله‌ی مستقیم که به‌طور مفصلی به هم متصل شده (به‌طوری که شبکه‌های مثلثی به‌وجود می‌آورد) تشکیل می‌گردد. ضمناً نیروهای وارد بر خرپاها، باید حتماً در محل اتصالات (مفصل‌ها) به خرپا وارد شوند.

اصول ساخت خرپا: چون در خرپاها فرض می‌شود که اعضا در انتهای خود به اعضای دیگر لولا شده‌اند؛ بنابراین «شکل مثلثی» تنها شکل پایدار خواهد بود. اگر شبکه در یک صفحه واقع باشد، خرپا را «خرپای صفحه‌ای» می‌گویند. در جدول (۱۷) و شکل (۱۸) به‌طور کلی انواع خرپاها با خصوصیات آن‌ها آمده است.

جدول ۱۷- انواع معمول خرپاهای سقف

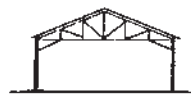
شرح	جنس	شکل خرپا	نوع
دهانه حداکثر در حدود ۳۰ متر	معمولاً فولاد در بعضی موارد چوب		پرات (Pratt)
دهانه حداکثر در حدود ۳۰ متر	معمولاً چوب		هاو (Howe)
معمولاً دهانه به حداکثر حدود ۲۰ متر محدود می‌شود.	معمولاً فولاد		فینک (Fink)
معمولاً برای سقف گاراژها به‌کار برده می‌شود و دهانه ممکن است به ۳۰ متر برسد.	معمولاً فولاد		قوسی (Bowstring)
سمت شیب تند خرپا برای استفاده از نور خارج است که برای یک‌نواختی به طرف شمال قرار داده می‌شود و در مواردی به‌کار برده می‌شود که وجود ستون‌های زیاد، اشکالی ایجاد ننماید.	چوب یا فولاد		دندانه‌ای (Saw Tooth)



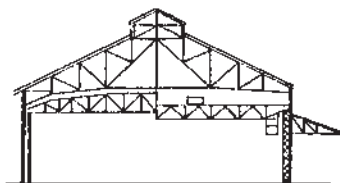
خرپای چتری



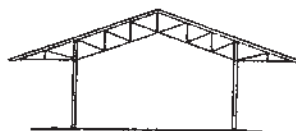
پوشش سقف مواد خام



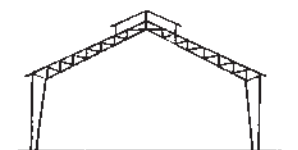
انبار



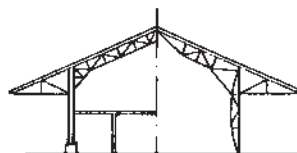
ساختمان صنعتی و تأسیساتی



انبار



هال



انبار



خرپای دندانه‌ای

شکل ۱۸- انواع خرپا در سقف سوله‌های صنعتی و تأسیساتی

ساختمان‌های اسکلت بتنی

مراحل اولیه‌ی کار اعم از گودبرداری، فونداسیون در کلیه‌ی پروژه‌ها تقریباً یکسان اجرا می‌شود در مبحث قبلی به شرح در مورد ساختمان‌های اسکلت فلزی پرداختیم. در این قسمت به نوع کار در ساختمان‌های اسکلت بتنی می‌پردازیم. که اولین مرحله بعد از فونداسیون، اجرای ستون روی فونداسیون است. که در زیر به ترتیب هر یک را توضیح می‌دهیم.

پی‌های صفحه‌ای

در زمین‌هایی که تحمل باربری کافی برای مقابله با نیروهای وارد در ابعاد پی‌های معمولی وجود

ندارد، از پی صفحه‌ای استفاده می‌کنند. این پی‌ها نیروها را در سطح گسترده‌ای پخش کرده، در نتیجه نیروی وارد را با توان باربری زمین متعادل می‌کند. قبلاً در قسمت بتن مسلح با انواع فونداسیون‌های بتنی به طور کامل آشنا شده‌ایم.

تعریف ستون و عمل کرد آن

در عضوهایی که به طور عمده تحت تأثیر فشار محوری قرار دارند، از نظر اقتصادی به صرفه است که قسمت اعظم بار به وسیله‌ی بتن تحمل شود (نظیر ستون‌ها). اما به دلایل مختلف، همیشه فولاد در ستون بتنی به کار برده می‌شود (در عمل عضوهای بسیار کمی تحت تأثیر نیروهای محوری خالص قرار دارند). واگذاری قسمتی از تحمل نیروهای فشاری به فولاد، صرفه‌جویی در مقطع ستون بتنی است. به طور کلی وظیفه‌ی ستون بتنی، تحمل فشارهای محوری و گاهی جانبی و انتقال آن‌ها به قسمت پایین‌تر است.

تیر بتن مسلح

تیرهای بتن مسلح که از دو نوع مصالح مختلف در ساخت آن‌ها استفاده شده است. این تیرها همگن نیستند. بنابراین روش تحلیل جداگانه‌ای برای آن‌ها وجود دارد. در تیرهای بتن مسلح به علت ضعف بتن در مقابل نیروهای کششی، میل‌گردهای فولادی در ناحیه‌ی کششی قرار داده می‌شوند. (با در نظر گرفتن پوشش مناسب بتن به منظور جلوگیری از خوردگی فولاد). در تیرهای بتن مسلح، کشش ناشی از خم‌بودن، به وسیله‌ی میل‌گردهای مسلح‌کننده و فشار ناشی از خم‌بودن، به وسیله‌ی بتن ناحیه‌ی فشاری تحمل می‌شود.

انواع تیرها

الف – تیر ساده: تیری است با مقطع مربع یا مستطیل که بر روی دو تکیه‌گاه ساده تکیه دارد و نیروی ناشی از لنگر خم‌بودن مثبت (در وسط دهانه را) تحمل می‌کند. این تیر برای پوشش دهانه‌های کوتاه و ساده به کار می‌رود شکل (۱۹).



شکل ۱۹ – تیر ساده

ب — تیرهای دو سر گیردار: این تیرها در هر دو طرف تکیه گاه، لنگر (ممان) قبول می کند

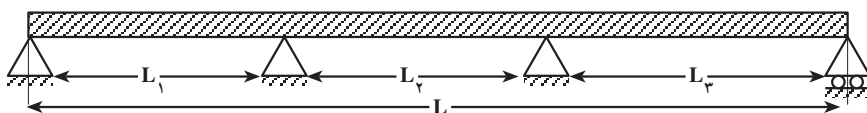
شکل (۲۰).



شکل ۲۰ — تیر دو سر گیر

ج — تیر ممتد: برای پوشش دهانه های وسیع استفاده می شود و قادر است، نیروهای فشاری،

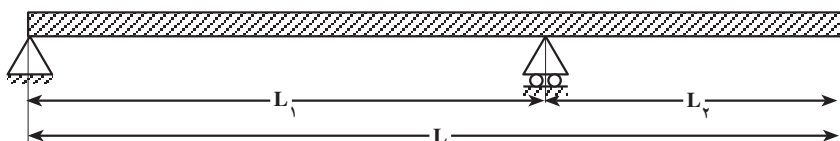
برشی، پیچشی و ممان های مختلف را تحمل کند شکل (۲۱).



شکل ۲۱ — تیر ممتد

د — تیر کنسولی یا تیر طره ای: که برای پوشش بالکن ها، سردرها، باران گیرها و قسمت های

جلو آمده ی سقف به کار می رود شکل (۲۲).



شکل ۲۲ — تیر کنسولی

هـ — تیرهای پوششی یا فرعی: تیرهایی هستند که بار خود را به تیرهای اصلی منتقل

می سازند. این تیرها ممکن است با مقطع مربع مستطیل و یا مقطع «T» شکل باشند (مقطع T شکل

برای دهانه های وسیع کاربرد زیادی دارد).

و — تیرهای «T» شکل: اگر شرایط به گونه ای باشد که بتوان از تیری با عمق بیش تر استفاده کرد،

می توان مقطع T با عمق زیاد را انتخاب کرد که نتیجه ی آن صرفه جویی در وزن تیر و فولاد مصرفی است.

سقف بتن مسلح

همانطور که اشاره شده بود سقف قسمتی از سازه بتنی است که برای پوشش فضای مورد نظر

به کار می رود و وظیفه ی آن جدا کردن فضاهای مختلف از یک دیگر است. انواع سقف های بتنی

شامل : سقف های یک پارچه، پیش ساخته (به صورت دال با عرض استاندارد)، قارچی، پوسته ای و دارای تیر و دال و به طور مختلط است.

سقف تیرچه بلوک

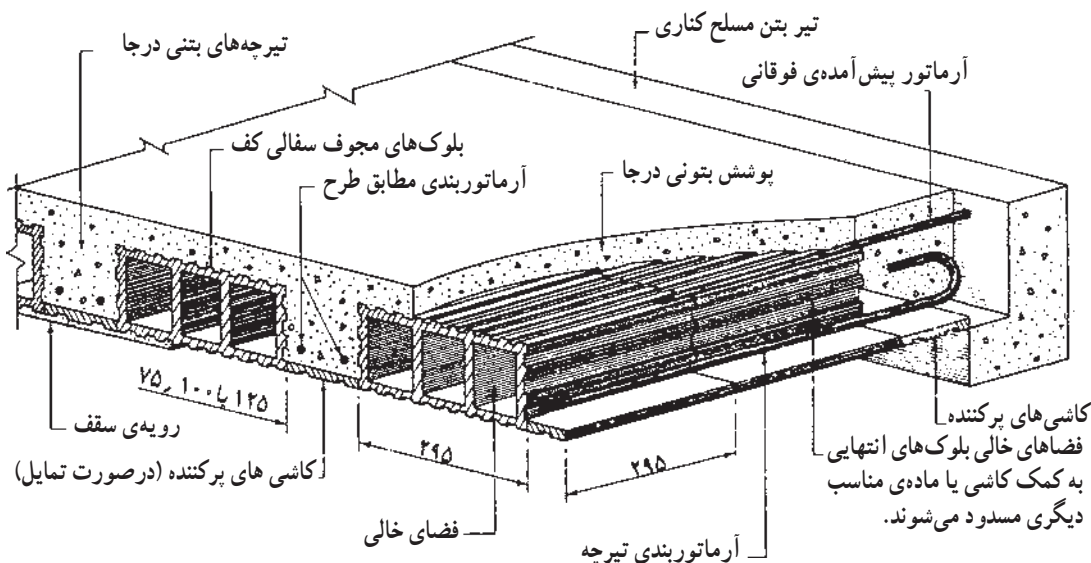
سقف تیرچه بلوک، دال یک طرفه ای است که برای کاهش بار مرده از بلوک های توخالی سفالی یا بتنی برای پر کردن حجم سقف استفاده می شود. سقف تیرچه بلوک تشکیل شده است از :

- ۱- تیرچه هایی که در فواصل مشخص به موازات یک دیگر، روی تیرهای باربر قرار می گیرند ؛
- ۲- بلوک های توخالی که با توجه به شکل خاص خود بین تیرچه ها قرار داده می شوند.
- ۳- بتنی که فضای بین بلوک ها را پر کرده و روی سفال ها قشری به ضخامت 10° - ۵ سانتی متر تشکیل می دهد شکل (۲۳).

دیوارهای بتنی

دیوارهای بتنی در حالت های مختلف، در ساختمان ها و بناهای فنی، مورد استفاده قرار می گیرد. همان طور که قبلاً توضیح داده شد از لحاظ رفتار سازه ای دیوارها را می توان به صورت زیر طبقه بندی کرد.

- ۱- دیوارهای حایل،
- ۲- دیوارهای باربر (بار قائم)،
- ۳- دیوارهای زیرزمین،
- ۴- دیوارهای غیرباربر (جداکننده ها و دیوارهای محیطی).



شکل ۲۳- استفاده از سقف تیرچه بلوک در کف های بلوکی مجوف

ضمیمہ (۲)

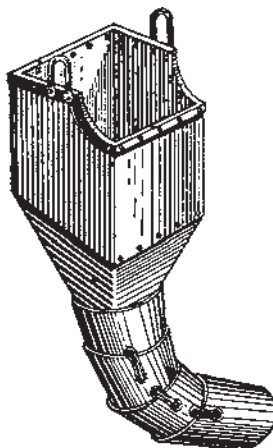
اتصالات فنی

اتصالات

انواع اتصالات: محصولات اولیه‌ی فلزی که در اختیار متخصصان در معدن و کارخانه‌ی فرآوری مواد معدنی قرار می‌گیرد و از آن‌ها فراورده‌ی صنعتی تولید می‌کنند، به صورت فلزات ریخته‌گری شده و یا آهن‌گری شده (نورد) است. برای ساختن یک محصول صنعتی در معدن، پس از بریدن قطعات و اجزای آن، لازم است این اجزا به یک‌دیگر پیوند خورده، به هم متصل گردند تا ساختار مورد نظر به وجود آید. برای رسیدن به این هدف، روش‌های مختلف اتصالات مورد بحث قرار می‌گیرد. و از خدمات فنی این بخش، عموماً در قسمت‌های مختلف معدن و دستگاه‌های استخراجی و کارخانه‌ی فرآوری مواد معدنی به وفور استفاده می‌شود؛ لذا دانستن این مطالب برای دانش‌آموزان الزامی است. مهم‌ترین روش اتصالات فلزات عبارت‌اند از:

الف - اتصالات دائم: وقتی بخواهیم دو یا چند قطعه را به صورت دائم به یک‌دیگر متصل کنیم؛ از روش جوش کاری، لحیم کاری سخت و یا چسباندن استفاده می‌کنیم جوش کاری به علت سرعت عمل زیاد و استحکام قابل توجه، بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

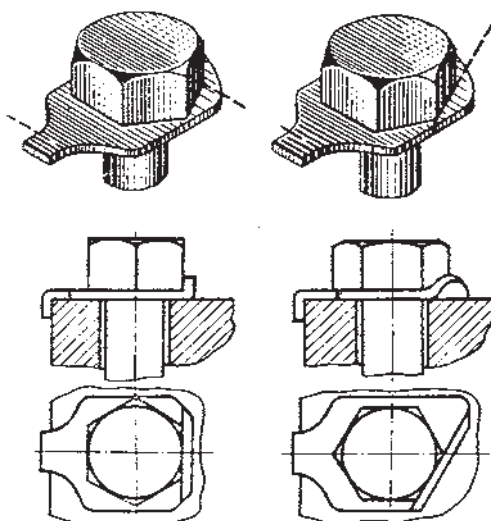
ب - اتصالات نیمه موقت: وقتی قطعات یک سازه را بتوان به سهولت جوش کاری نمود (مانند ورق‌های نازک، قطعات آلومینیومی و غیره) و یا قطعات از نوع تعویضی باشند، (مانند اتصال ورق‌هایی که به عنوان پوشش، قسمتی از دستگاه را محافظت می‌کنند) در این گونه موارد از اتصال نیمه موقت استفاده می‌شود. مهم‌ترین اتصالات نیمه موقت پرچ کاری و لحیم کاری نرم است. پرچ کاری به علت گرانی قیمت و کندی سرعت عمل، کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل (۱) یک قیف (بونکر) برای ریختن سنگ معدن از نقاله به بارکش دیده می‌شود که از پرچ بعنوان اتصال دهنده استفاده می‌شود.



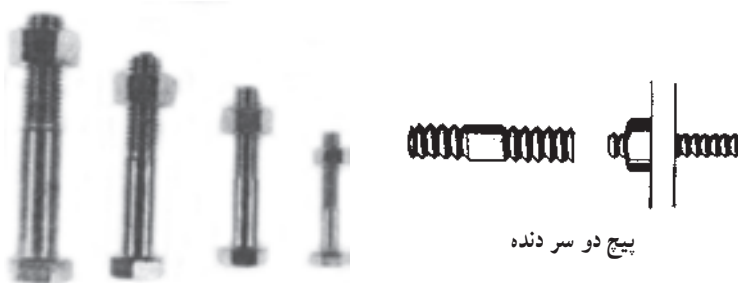
شکل ۱ - کاربرد پرچ

ج- **اتصالات موقت:** برای متصل نمودن قطعاتی از ماشین و قسمت‌هایی از دستگاه‌های استخراجی که به طور مکرر باز و بسته می‌شوند از اجزای اتصال دهنده‌ی موقت مانند: پیچ و مهره، خار و پین و پیچ خودکار استفاده می‌شود.

با کاربرد اتصالات موقت، عمل مونتاژ و جداسازی قطعات و اجزای ماشین‌آلات به سهولت با سرعت انجام پذیرفته، معایب اتصالات دیگر نیز، مانند افزایش درجه‌ی حرارت و تغییر شکل در قطعات جوش کاری شده، صرف وقت زیاد در قطعات پرچ کاری شده و غیره را هم در پی ندارد؛ بنابراین روش اتصال موقت، استفاده‌ی گسترده‌تری داشته و در ساختمان ماشین‌آلات استخراجی و دستگاه‌های صنعتی از این روش استفاده می‌شود شکل‌های (۲) و (۳).



شکل ۲- استفاده از واشر مخصوص برای افزایش تماس سرپیچ روی قطعه



پیچ‌های نیم دنده

شکل ۳- چند نوع پیچ و مهره

تعریف جوش کاری: هرگاه برای اتصال دادن قطعات فلزات از انرژی حرارتی استفاده شود و محل اتصالات در اثر حرارت ذوب گردند و مولکول‌های فلزات درهم تداخل نمایند، این نوع اتصال را جوش کاری گویند.

انواع جوش: انواع روش‌های جوش کاری در صنعت بسیار زیاد است و از آن میان به پنج روش که رایج‌تر است می‌پردازیم.

الف - جوش کاری گاز (فوبی): در این روش از سوزاندن نوعی گاز با اکسیژن، حرارت زیادی تولید می‌شود که حرارت حاصل شده، لبه‌های فلزات مورد اتصال را ذوب کرده، باعث اتصال آن دو به هم می‌شود (مستقیم) یا ممکن است فلزات دیگری ذوب شده و در درز دو قطعه‌ی مورد اتصال ریخته شود و فلزات مذاب سه قطعه، درهم تداخل نماید (غیرمستقیم)، قدرت و استحکام جوش به شدت حرارت شعله‌ی گاز، فشار گاز و قدرت تشعشع شعله، بستگی دارد گازهای مورد استفاده، «استیلن»، «پروپان» و «هیدروژن» هستند از این سه نوع گاز، استیلن حرارت بیش‌تری تولید می‌کند و چون با اکسیژن مصرف می‌شود، به این جهت به آن جوش کاری اکسی استیلن گویند (Oxy Acetylene).
وسایل و تجهیزات مورد نیاز در جوش اکسی استیلن عبارت‌اند از:

- سیلندر اکسیژن؛

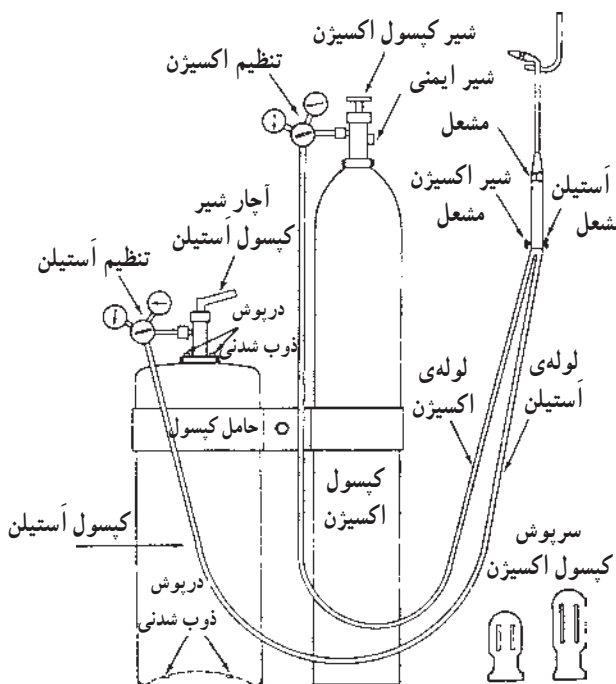
- کپسول گاز استیلن یا

مولد گاز استیلن؛

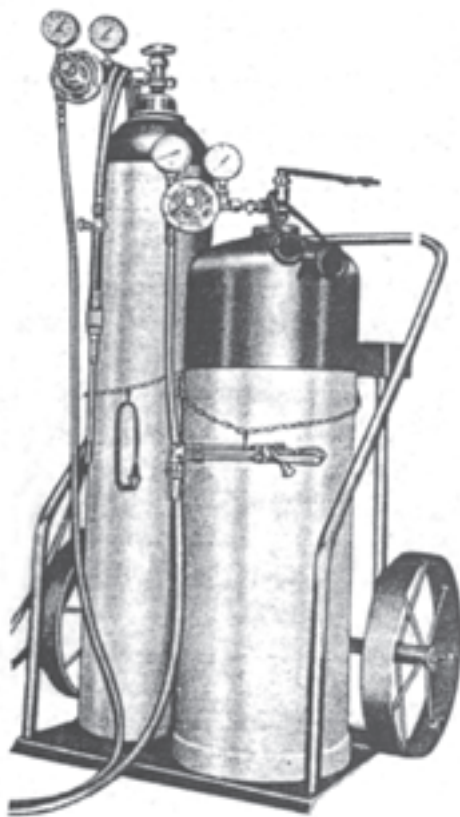
- رگلاتور تنظیم

فشار گاز؛

- مشعل.



شکل ۴- اجزای جوش کاری با شعله‌ی اکسی - استیلن.



شکل ۵- تجهیزات جوش اکسی- استیلن سوار شده روی ارابه‌ی مطمئن از لحاظ حمل و نقل.

مشعل جوش کاری: مشعل دارای شیر تنظیم گاز، لوله‌ی اختلاط و افشانک است (شکل (۴)). شما نمونه‌ی این جوش کاری را که سوار بر یک چرخ‌دستی است در کارگاه‌های مختلف دیده‌اید (شکل (۵)). کاربرد جوش کاری گاز: گرم کردن، خم کردن، بریدن و جوش کاری از کاربردهای جوش کاری گاز با شعله است.

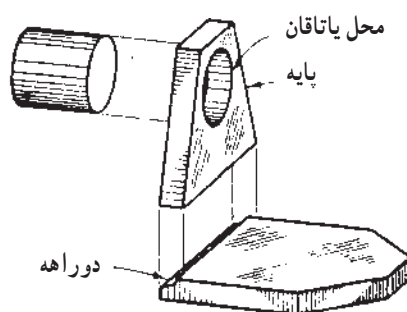
ب- جوش کاری برق: در این روش از حرارت قوس الکتریکی برای ذوب کردن دو فلزی که جوش کاری می‌شوند، استفاده می‌شود. برای جلوگیری از نفوذ هوا به محل جوش از پوشش روی الکترود (فلاکس) کمک می‌گیرند (شکل (۸)). این پوشش در هنگام ذوب شدن فلز یک فضای گازی شکل ایجاد نموده، حوضچه‌ی مذاب بین دو قطعه را که در حال جوشیدن است از نفوذ هوا محافظت می‌کند. پوشش الکترود مانند سرباره روی سطح جوش قرار گرفته، در آخر، وقتی قطعه کمی خنک شد، با چکش پرانده می‌شود.

در شکل‌های (۶ و ۷) مراحل تهیه و اتصال دادن قطعات یک تکیه‌گاه با روش جوش برق، دیده

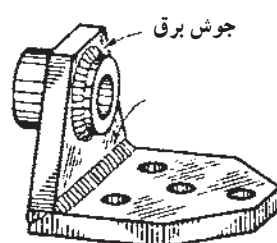
می‌شود.



شکل ۸- انواع الکترودها



شکل ۶- قطعات جدا از هم



شکل ۷- قطعات جوش کاری شده و متصل به هم



شکل ۹- دستگاه جوش با استفاده از برق شهر، همراه با کلید انتخاب آمپر

منبع قدرت در جوش کاری برق: منبع قدرت ترانسفورماتور، جریان متناوب است (AC) که از برق شهر شکل (۹) یا موتور جوش تأمین می‌شود.

انتخاب آمپر مناسب برای جوش کاری: در هنگام جوش دادن با قدرت برق، جریان الکتریکی از الکتروده به صورت قوس در فضا پرش نموده، به قطعه‌ای آهن که دارای بار مخالف است برخورد می‌کند. در محل اصابت قوس الکتریکی با محل درز جوش، حرارت زیادی تولید می‌شود که باعث ذوب شدن فلز درز جوش و اتصال آن‌ها به یک‌دیگر می‌شود. چنانچه طول قوس زیادتر باشد، ولتاژ زیادتری برای پرش الکترون‌ها مورد نیاز است. چون قدرت دستگاه ترانس ثابت است، پس جریان برق کاهش یافته، عمل ذوب قطعات به خوبی انجام نمی‌شود. مقدار شدت جریان انتخابی به ضخامت قطعه‌ی کار و قطر الکتروده بستگی دارد. جدول زیر مقدار آمپر دستگاه را برحسب قطر الکتروده و ضخامت قطعه‌ی کار نشان می‌دهد.

ضخامت قطعه به میلی‌متر		۸/۰ تا ۱/۵	۱/۵ تا ۲	۲ تا ۴	۴ تا ۸	۸ تا ۱۰	بیش از ۱۰
شدت جریان بر حسب آمپر	جوش سطحی	-	۵۰	۷۰	۱۱۵	۲۱۰	۲۶۰
	جوش پخ‌دار	۲۵	۶۰	۸۰	۱۳۰	۲۳۰	۲۹۰
قطر الکتروده به میلی‌متر		۱/۵	۲	۲/۵	۳/۲۵	۵	۶

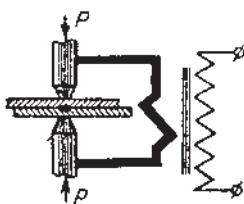
ج - نقطه‌ی جوش: به وسیله‌ی دستگاه نقطه‌ی جوش، درجه‌ی حرارت زیادی بین دو الکتروده دستگاه به وجود می‌آید و دو قطعه را به‌طور موضعی ذوب نموده، ذرات مذاب آن‌ها درهم فرو می‌رود و عمل اتصال انجام می‌شود شکل‌های (۱۰) و (۱۱).

امروزه نقطه‌ی جوش، با سرعت عمل و دقت کار، در صنایع مختلف کاربرد زیادی پیدا کرده است. اکثر قطعاتی که از ورق تشکیل شده‌اند، به روش نقطه‌ی جوش به یک‌دیگر متصل می‌شوند.

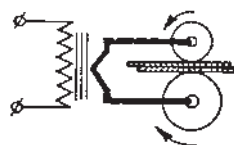
د - اتصال با روش چسباندن یا فشاری: این روش بیش‌تر برای اتصال فلزات نرم مانند آلومینیم یا مس به کار می‌رود. با فشار آوردن به قطعات گرم، مولکول‌های آن‌ها درهم فرو رفته، به هم جوش می‌خورند.

در روش چسباندن، گرمای محل اتصال تا حد نقطه‌ی ذوب بالا رفته، به صورت نرم درمی‌آید. سپس آن‌ها را در کنار هم گذارده، با فشار به هم اتصال می‌دهند.

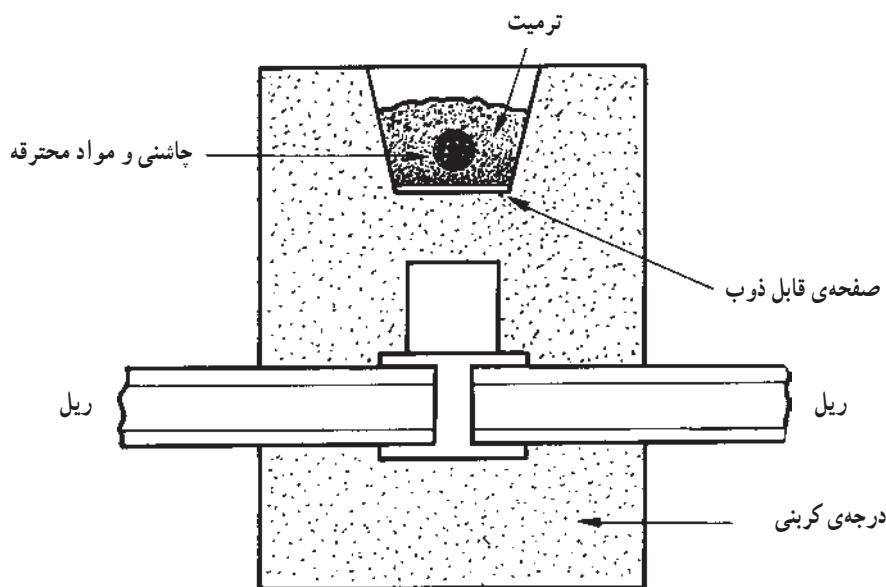
هـ- جوش کاری حرارتی شیمیایی یا ترمیت: مخلوط اکسید آهن Fe_2O_3 و پودر آلومینیم Al دیر گداز بوده، در اثر خاصیت احیا شدن اکسید آهن در مجاورت پودر آلومینیم، حرارت بسیار زیادی تولید شده، موجب ذوب آهن و فولاد می شود. به مخلوط اکسید آهن و پودر آلومینیم «ترمیت» می گویند. برای عمل کردن ترمیت، ابتدا آن را در کوره ی پیش گرم کن با مواد محترقه آتش می زنند و در حرارت $1200^{\circ}C$ ذوب شده، واکنش شروع می شود در حالت مذاب ترمیت حدود $3000^{\circ}C$ حرارت تولید کرده، می تواند فولادی را که در مجاورت آن است، ذوب نماید.



شکل ۱۱- نقطه ی جوش



شکل ۱۰- نقطه ی جوش غلتکی



شکل ۱۲- اجزای جوش کاری انفجاری

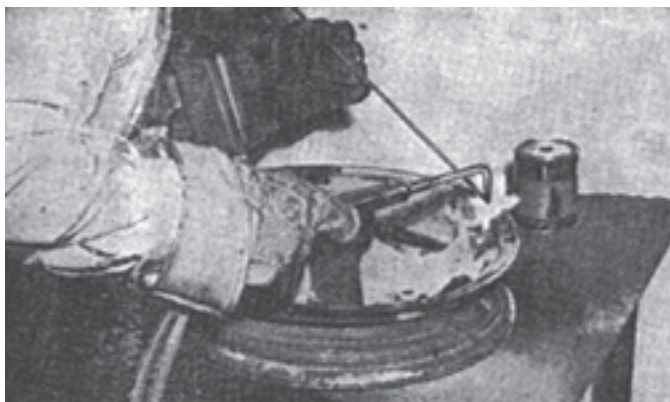
از این روش برای اتصال قطعات فولادی سنگین نظیر وصله کردن ریل های راه آهن در معادن و تأسیسات کارخانه های فرآوری و ماشین آلات صنعتی و معدنی استفاده می کنند. در شکل (۱۲) پس از آتش زدن مواد محترقه، ترمیت شروع به ذوب شدن نموده، درجه ی حرارت آن به $3000^{\circ}C$ می رسد. وقتی درجه ی حرارت مذاب افزایش پیدا کرد، ابتدا صفحه ی زیر مذاب را ذوب نموده، وارد

محفظه‌ای می‌شود که فلزات مورد اتصال در آن قالب‌گیری شده‌اند. ترمیت مذاب با درجه‌ی حرارت زیاد، لبه‌های فلز مورد اتصال را ذوب نموده، مولکول‌های آن‌ها را درهم داخل می‌نماید. ممکن است قطعات کوچک‌تر را که امکان حرکت دادن آن‌ها وجود دارد در حالت مذاب به هم فشار دهند و در حالت مذاب عمل فشاری هم انجام پذیرد.

لحیم کاری

لحیم کاری نوعی دیگر از جوش کاری است که در آن فلز لحیم در بین درز داغ شده‌ی قطعات قرار گرفته، اتصال دائم بین آن‌ها ایجاد می‌کند.

انواع لحیم کاری: لحیم کاری به صورت‌های: ۱- سخت و ۲- نرم متداول است.



شکل ۱۳- جوش یک رینگ شکسته‌ی چرخ به روش لحیم سخت

۱- **لحیم کاری سخت:** در لحیم کاری سخت، پس از تمیز کردن سطح درز جوش، آن را از مواد روان‌ساز (تنه‌کار) می‌پوشانند. روان‌ساز خاصیت حلال اکسیدهای فلزی باقی‌مانده در سطوح فلزات را داشته، در هنگام گرم شدن، لایه‌ای در سطح فلز ایجاد می‌کند. که از اکسید شدن محل داغ شده جلوگیری می‌نماید. لحیم سخت در درجه‌ی حرارت بالاتر از 45°C ذوب شده، روان‌ساز روی سطوح را عقب زده و با چسبندگی زیاد، به درز جوش چسبیده و اتصال محکمی ایجاد می‌کند (شکل ۱۳).

۲- **لحیم کاری نرم:** در لحیم کاری نرم، دو یا چند قطعه، به وسیله‌ی آلیاژ لحیم نرم در درجه‌ی حرارت پایین‌تر از 45°C به یک‌دیگر متصل می‌شوند. لحیم، آلیاژی است که از فلزات قلع و سرب با درصدهای مختلف تشکیل می‌شود. مثلاً هرگاه گفته شود لحیم $40/60$ به معنی 40% قلع و 60% سرب است.

مثال: لحیم ۹۵/۵ دارای نقطه‌ی ذوب 314°C و لحیم $50/50$ دارای نقطه‌ی ذوب 217°C و لحیم $30/70$ دارای نقطه‌ی ذوب 192°C است.
لحیم‌های $50/50$ ، $40/60$ ، $35/65$ استحکام خوبی دارند و قیمت آن‌ها نیز مناسب‌تر است.

روش چسباندن اجسام با چسب

چسب‌ها موادی هستند که برای چسباندن و اتصال اجسام به کار می‌روند.
چسب‌ها به صورت مایع، خمیر یا پودر در اختیار مصرف‌کنندگان قرار دارند.
چسب‌ها را برحسب استحکام، قدرت چسبندگی، سرعت چسبیدن، مقاومت در برابر حرارت و غیره دسته‌بندی می‌کنند.

ماده‌ی اولیه‌ی چسب‌ها: چسب‌ها را از مواد حیوانی (پوست، استخوان، شیر) مواد گیاهی (سویا، غلات، ذرت و سیب‌زمینی) و مواد ترکیبی شیمیایی (فورمالدئیدهای اوره، فنول، ملامین و غیره) به دست می‌آورند.

انواع چسب‌های متداول:

۱- سریشم‌ها: جنس سریشم‌ها از محلول‌های ژلاتین حیوانی به صورت پولک‌های خشک تهیه می‌شود.

۲- چسب‌های کائوچو: از محلول‌های ساده‌ی کائوچو در یک حلال شیمیایی به دست می‌آید. چسب‌های کائوچوی قوی را از ترکیب کردن کائوچو با صمغ به دست می‌آورند که این نوع چسب در برابر آب مقاوم است.

با چسب‌های کائوچویی قوی، می‌توان فلزات را به هم پیوند و اتصال داد. چسب‌های کائوچویی با نام‌های «نتوپون» (برای چسباندن لاستیک) - «استیرن بوتادین» (چسب فوری) برای چسباندن صفحات لاستیکی و چرم‌ها مشهور است این نوع چسب‌ها دارای استحکام 7 گرم به هر میلی‌متر مربع است.

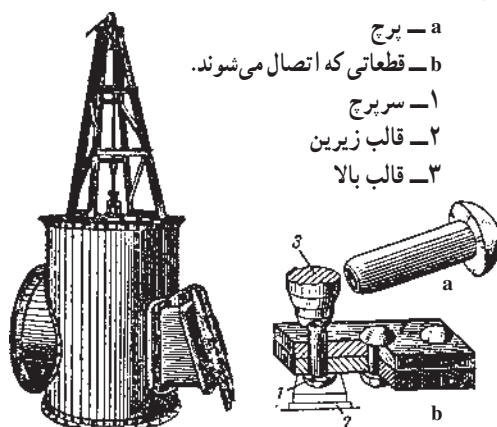
۳- چسب رزین اپوکسی Resin epoxy: این نوع چسب برای چسباندن همه‌ی اجسام مناسب است و در درجه‌ی حرارت 20°C به خوبی مقاومت می‌کند. در اتصال فولاد به فولاد مقاومت اتصال، $2/2$ و در اتصال آلومینیم با آلومینیم، $2/6$ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع است.

۴- چسب‌های ماوراء بنفش: این نوع چسب برای اتصال قطعات شیشه‌ای و به صورت مایع به کار می‌رود. پس از مصرف چسب در شیشه، اشعه‌ی ماوراء بنفش در نور خورشید باعث خشک کردن و سفت شدن اتصال می‌شود.

۵- چسب‌های سرامیکی: این نوع چسب برای اتصال قطعات فولادی ضد زنگ مناسب است. این چسب از لعاب چینی (فریت) اکسید آهن و گرد فولاد ضد زنگ ساخته شده است. هنگام استفاده در روی کار در حرارت 95°C پخته شده، در نتیجه اتصال به خوبی حرارت 80°C را تحمل می‌کند.

پرچ کاری

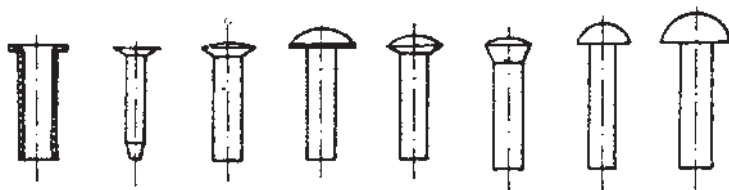
پرچ کاری جزو اتصالات نیمه دائم است که به وسیله میخ پرچ، دو یا چند قطعه به یک‌دیگر متصل می‌شوند شکل (۱۴).



شکل ۱۴- کاربرد میخ پرچ در یک کوره‌ی زغالی برای حرارت دادن فلزات

هرچند که اتصال قطعات با روش جوش کاری سرعت عمل و استحکام بیش‌تری دارد؛ ولی در موارد زیر روش پرچ کاری تنها راه اتصال قطعات است:

- ۱- نازک بودن ورق‌ها؛
 - ۲- غیرقابل جوش کاری بودن بعضی ورق‌ها و یا سخت بودن عمل جوش کاری در آن‌ها؛
 - ۳- پیچیدگی قطعات بزرگ در اثر تنش حرارتی گرمای جوش.
- انواع میخ پرچ: میخ پرچ قطعه‌ای است فلزی با ساق استوانه‌ای و سری با شکل مخصوص. سر میخ پرچ‌ها نسبت به نوع کار در انواع مختلف ساخته می‌شود شکل‌های (۱۵) و (۱۶).

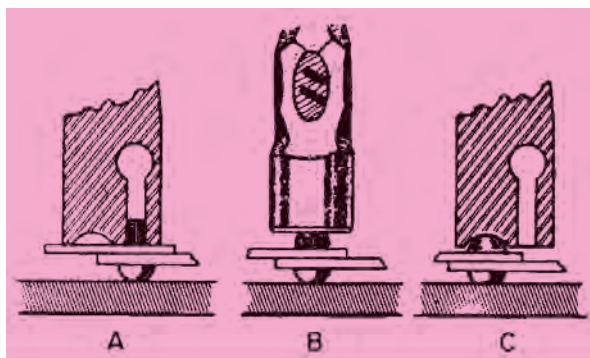


شکل ۱۵- انواع میخ پرچ‌ها

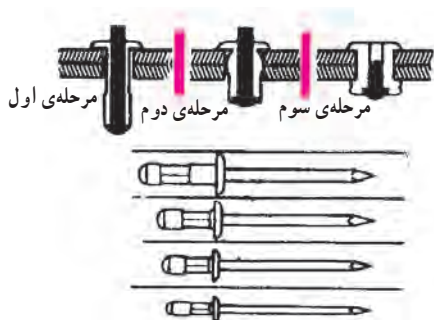
نام و فرم	عدسی	یک طرف تخت و یک طرف عدسی				دو طرف نیم گرد	
	هر دو طرف	خارج تخت	داخل تخت	دو طرف تخت	دو طرف یکسان	دو طرف متفاوت	دو طرف یکسان
شکل میخ پرچ							

شکل ۱۶- جدول روش اتصال میخ پرچ ها

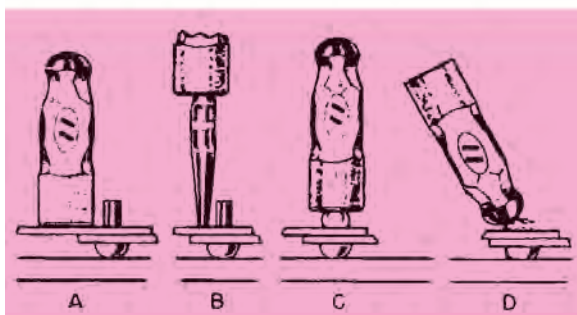
روش پرچ کاری: برای پرچ کاری قطعات، ابتدا آن ها را با مته، طبق اندازه ی دقیق، سوراخ کرده، پس از عبور دادن میخ پرچ از سوراخ قطعه، قالب را زیر سر میخ پرچ گذارده، قالب دیگری را روی ساق آن قرار می دهند و با ضربه ی چکش روی قالب، نیرو وارد می کنند تا ساق استوانه ای آن مانند فرم قالب پرچ شود. اشکال (۱۷، ۱۸، ۱۹) مراحل پرچ کاری را نشان می دهند.



شکل ۱۷- مراحل مختلف پرچ کاری قالبی



شکل ۱۹- انواع میخ پرچ و مراحل پرچ کاری با دستگاه پرچ



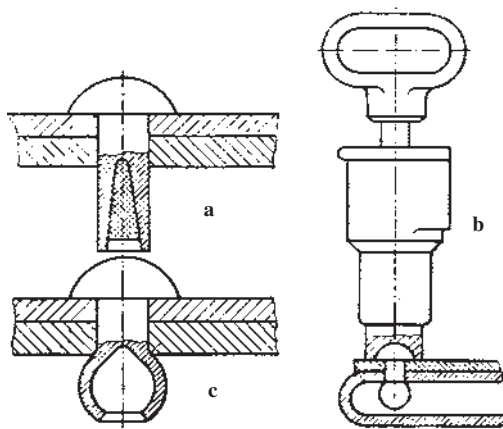
شکل ۱۸- مراحل مختلف پرچ کاری چکشی

روش کار مراحل پرچ کاری با دستگاه پرچ به شرح زیر است :

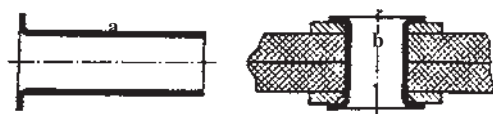
- ۱- ایجاد سوراخ متناسب با قطر سرپرچ در قطعه ؛
 - ۲- قراردادن ساق بلند پرچ داخل انبر ؛
 - ۳- گذاردن قسمت ضخیم پرچ داخل سوراخ قطعه‌ی کار ؛
 - ۴- فشردن دسته‌ی انبر پرچ و چیدن و پرچ کردن میخ پرچ در قطعه‌ی کار.
- شکل (۲۳) یک نوع انبر پرچ معمولی را نشان می‌دهد.

پرچ کاری انفجاری: وقتی یک طرف محل پرچ کاری بسته باشد و دسترسی به آن طرف غیرممکن باشد، از پرچ انفجاری استفاده می‌شود. در این گونه پرچ‌ها، مقداری مواد منفجره در داخل محفظه‌ی ساقه قرار داده شده، پس از عبور دادن ساقه‌ی پرچ از سوراخ قطعه‌ی کار، سر آن را به وسیله‌ی گرم کن الکتریکی گرم می‌کنند در درجه‌ی حرارت 130°C ماده‌ی منفجره منفجر شده، دهانه‌ی پرچ انبساط پیدا می‌کند. پرچ انفجاری برای مخازن نگهداری مایعات و آب بندی بودن درزها و نیز در بدنه‌ی دستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولاً جنس پرچ انفجاری آلومینیومی است

شکل (۲۰).



شکل ۲۰- مراحل پرچ انفجاری a- نصب پرچ b- گرم کردن c- پرچ شدن



شکل ۲۱- پرچ لوله‌ای a- پرچ آزاد b- پرچ در حالت اتصال

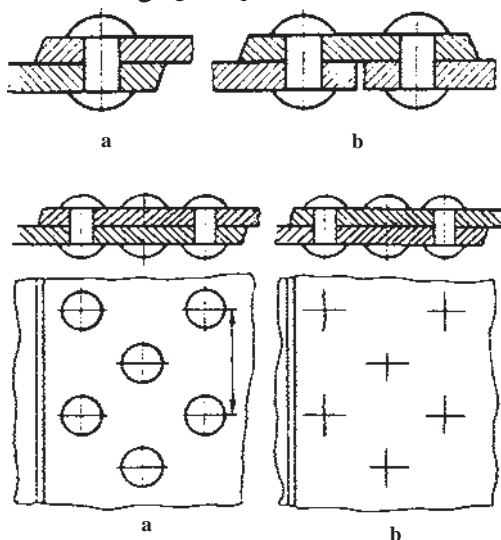
پرچ کاری لوله: پرچ لوله‌ای برای پرچ کاری در فلزات نرم مانند مس، برنج، آلومینیم و آلیاژهای آن‌ها به کار می‌رود. سر پرچ‌های لوله‌ای به اشکال مختلف ساخته می‌شود شکل (۲۱).

پرچ‌های لوله‌ای وقتی برای اجسام خیلی نرم مانند مقوا، پارچه، پلاستیک و غیره به کار برده شوند، همراه واشر نصب می‌شوند تا پرچ از قطعه خارج نشود.

انواع اتصالات پرچ: پرچ در ساختمان و اجزای ماشین‌آلات کاربرد زیادی دارد و نسبت به نوع اتصال به پرچ‌کاری روی هم و کنار هم دسته‌بندی می‌شود شکل (۲۲).

۱- پرچ‌کاری روی هم: در این روش، دو قطعه‌ی کار روی هم گذارده شده، میخ پرچ‌ها مستقیماً آن‌ها را به یک‌دیگر متصل می‌کنند.

۲- پرچ‌کاری کنار هم: در این روش، دو قطعه‌ی کار در کنار هم گذارده شده، با گذاردن یک قطعه‌ی وصله روی آن‌ها، قطعات به یک‌دیگر متصل می‌شوند.



شکل ۲۲- انواع پرچ a- پرچ روی هم b- پرچ کنار هم



شکل ۲۳- دستگاه انبر پرچ معمولی و آچار مربوطه

جنس میخ پرچ‌ها: میخ پرچ‌ها از آلومینیم، مس، فولاد و آلیاژهای مختلف ساخته می‌شوند. اصولاً جنس پرچ از فلزاتی انتخاب می‌شود که قابلیت له‌شدن و فرم گرفتن داشته باشند.

خطاهای پرچ‌کاری: مهم‌ترین خطاهای پرچ‌کاری عبارت‌اند از:

- ۱- بریدن میخ پرچ‌ها در صورت تطبیق نداشتن کامل سوراخ قطعات؛
- ۲- آب‌بندی نشدن مخازن و انباره‌ها در صورت فاصله پیدا کردن صفحات و ورق‌ها؛ (البته از یک لایه‌ی نرم برای آب‌بندی باید استفاده شود).
- ۳- لق شدن اتصال، در صورت محاسبه نشدن طول میخ پرچ و درست نبودن ابزار میخ‌کننده.

پیچ و مهره

پیچ و مهره از متداول‌ترین وسایل برای متصل کردن قطعات و انتقال قدرت در ماشین‌آلات است. اتصالات پیچ و مهره از نوع جداشدنی است.

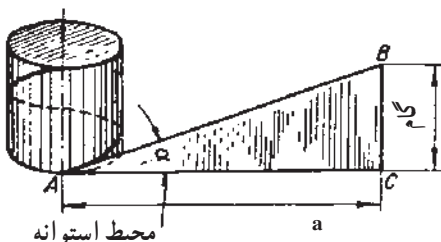
تعریف پیچ: پیچ یک میله‌ی استوانه‌ای فلزی یا غیرفلزی است که روی محیط آن دندانه ایجاد شده، این دندانه‌ها وسیله‌ی اتصال پیچ با دندانه‌های مهره است شکل (۲۴).

وظیفه‌ی پیچ: به‌طور کلی پیچ‌ها دو وظیفه دارند.

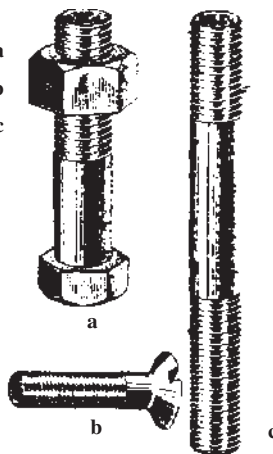
الف - اتصال قطعات: پیچ و مهره بهترین وسیله برای اتصالات اجزا و قطعات ماشین‌آلات هستند که به‌صورت‌های پیچ و مهره، پیچ یک سر دنده یا پیچ دو سر دنده و انواع دیگر در اختیار هستند.

ب - انتقال قدرت: از پیچ‌ها برای انتقال دادن قدرت بین موتور و ماشین‌آلات استفاده می‌کنند. گاهی پیچ برای تبدیل حرکت دورانی به خطی، دورانی به دورانی و غیره نیز مورد استفاده واقع می‌شود. در شکل (۲۵) با پیچ‌اندن دسته‌ی گیره، فک متحرک آن حرکت خطی نموده،

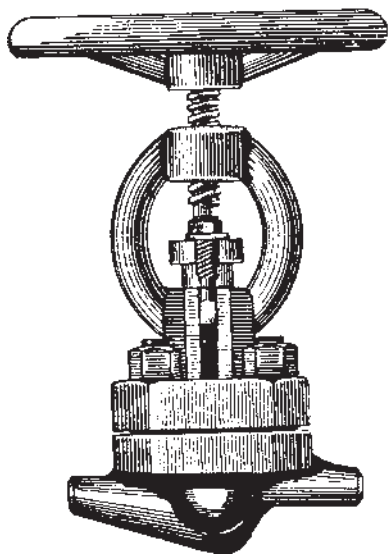
- a - پیچ و مهره‌ی نیم دندانه
- b - پیچ نیم دندانه‌ی سر تخت
- c - پیچ دو سر دندانه



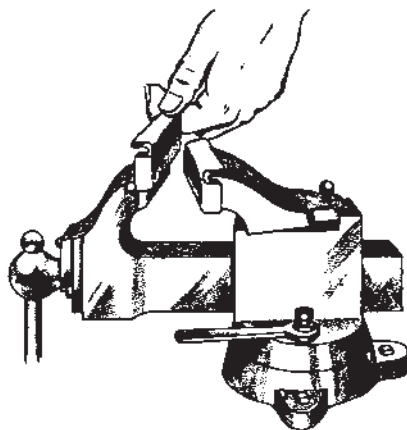
شکل ۲۵



شکل ۲۴ - انواع پیچ



شکل ۲۷- کاربرد پیچ در یک شیر



شکل ۲۶- کاربرد پیچ در گیره

قطعه‌ی کار را بین دو فک محکم نگه می‌دارد. در این جا پیچ برای تبدیل حرکت دورانی به حرکت خطی، کاربرد پیدا کرده است. در شکل (۲۶) کاربرد پیچ در یک نوع شیر دیده می‌شود. تعریف گام: فاصله‌ی دو نقطه‌ی مشابه از دو دندان‌ه‌ی مجاور را گام پیچ گویند شکل (۲۴). انواع پیچ‌ها از نظر شکل و کاربرد: از نظر شکل ظاهری پیچ‌ها به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند شکل‌های (۲۸ تا ۳۸). انواع پیچ و مهره و دیگر متعلقات را همراه بعضی توضیحات نشان می‌دهد.

— پیچ سر چهارگوش: سر این پیچ، چهارگوش است و معمولاً روی قطعات چوبی برای جلوگیری از چرخیدن پیچ در هنگام سفت کردن به کار می‌رود.

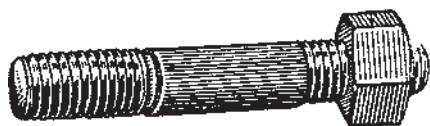
— پیچ سر استوانه‌ای: سر این پیچ مانند استوانه است. این پیچ دارای شکافی برای آچار پیچ‌گوشتی و یا درگیری آچار آلن (شش‌گوش) و یا آج‌دار است شکل (۳۲).

— پیچ عدسی: سر این پیچ مانند قسمتی از کره است و اغلب روی قطعه‌ی کار بسته می‌شود.

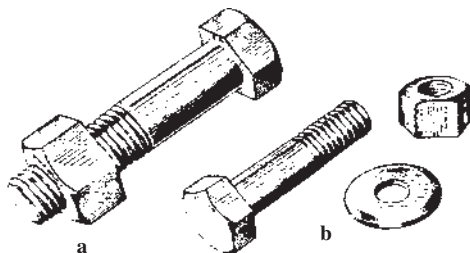
— پیچ سر خزینه: این پیچ دارای سر پخ‌دار بوده، در محل خزینه شده در قطعه‌ی کار مخفی می‌شود.

— پیچ سر شش‌گوش: این پیچ دارای سری به شکل منشور شش ضلعی است.

— پیچ بدون سر: این نوع پیچ بدون سر بوده، فقط دارای چاک‌ی برای پیچاندن با آچار پیچ‌گوشتی است و در هر دو سر آن دنده ایجاد شده است.

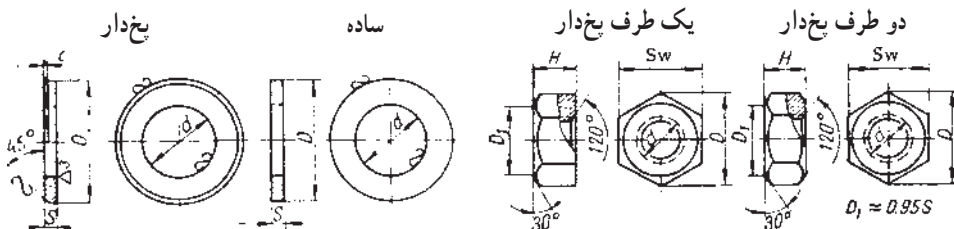


شکل ۲۹- پیچ دو سر دندانه شده و مهره



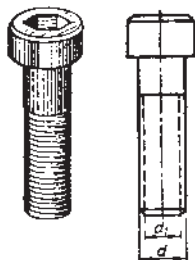
a - پیچ و مهره b - پیچ و مهره و واشر

شکل ۲۸- پیچ و مهره و واشر



شکل ۳۱- دو نمونه واشر

شکل ۳۰- دو نمونه مهره



شکل ۳۲- پیچ سر آلن d - قطر پیچ d_۱ - قطر کوچک

— پیچ چوب: پیچی است با بدنه و سر مخروطی با دندانه‌های نسبتاً درشت و در اتصال قطعات

نرم و چوبی به کار می‌رود.

— پیچ خودرو: این نوع پیچ‌ها با بدنه‌ای استوانه‌ای و دندانه‌های درشت برای اتصال ورق‌های

نازک به کار می‌روند. برای متصل نمودن ورق‌ها، نیاز به دنده کردن نبوده، با پیچاندن پیچ در سوراخ ورق‌ها یا قطعات به سهولت به یک‌دیگر متصل می‌شوند.

نوع استفاده از پیچ: برای اتصال دادن و بستن قطعات موتور، از پیچ‌های فولادی با استحکام

کششی زیاد استفاده می‌شود.

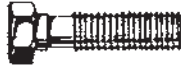
— برای بستن قطعات الکتریکی از پیچ‌های مسی یا برنجی استفاده می‌کنند؛ زیرا در این گونه



پیچ سردار نیم دنده
با سر چهار گوش



پیچ سردار نیم دنده
با سر شش گوش



پیچ سردار با دو قطر مختلف



پیچ سردار یک نواخت



پیچ با سر عدسی شکل



پیچ با سر استوانه و عدسی



پیچ سر تخت



پیچ سر گرد



مهره‌ی کاسل



مهره‌ی چهار گوش



مهره‌ی ضامن شش گوش



مهره‌ی معمولی



برج لوله‌ای



برج میله‌ای



برج لوله‌ای تخت



مهره‌ی خروسکی



واشر فتری



واشر تخت



واشر قفلی با دنده‌ی خارجی



خار



پیچ خودروی سر عدسی



پیچ خودروی تخت



پیچ خودروی گرد

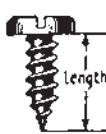


پیچ بدون سر

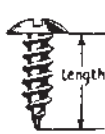
شکل ۳۳- انواع پیچ و مهره، واشر و خار



سر گرد



سر استوانه



سر عدسی



سر خزینده‌ی تخت



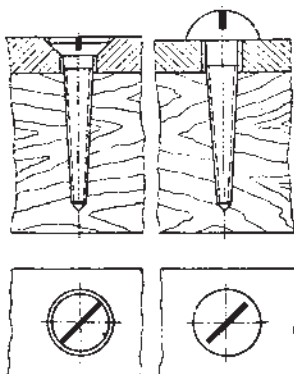
سر خزینده‌ی برجسته

انواع پیچ خودرو برای اتصالات فتری

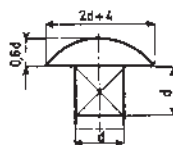


اتصال ورق‌ها با پیچ ورق

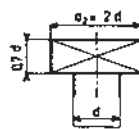
شکل ۳۴- انواع پیچ‌های خودرو



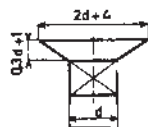
شکل ۳۶- کاربرد دو نوع پیچ در اتصال صفحه‌ی فلزی با جوب



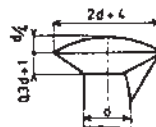
سر عدسی برجسته



سر چهار گوش



سر خزینه



سر عدسی تخت

شکل ۳۵- انواع سر پیچ‌ها و ابعاد آن‌ها نسبت به قطر

قطعات استحکام زیاد مورد نظر نیست.

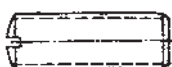
برای اتصال دادن قطعاتی که در مواضع مرطوب است، از پیچ‌های برنجی یا فولادی آب‌کاری شده یا غیرفلزی استفاده می‌شود.

تعریف مهره: مهره به قطعه‌ای گفته می‌شود که دارای سوراخ دنده شده‌ای است و برای نگه‌داری و بستن قطعات همراه با پیچ به کار می‌رود.

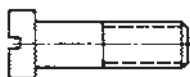
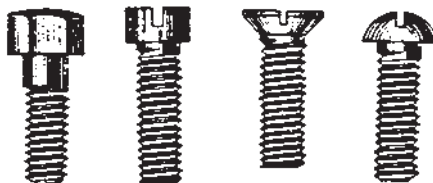
دندانه‌های مهره عیناً مانند پیچ بوده، دارای همان مشخصات است. با این تفاوت که معمولاً،



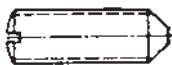
پیچ سر خزینه‌ی نیم دندانه



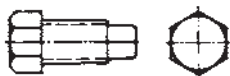
پیچ بدون سر



پیچ سر استوانه‌ی نیم دندانه



پیچ بدون سر با نوک مخروطی



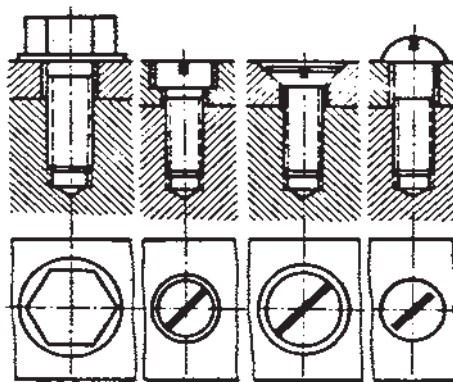
پیچ سر شش گوش پین‌دار



پیچ سر عدسی نیم دندانه



پیچ سر چهار گوش پین‌دار



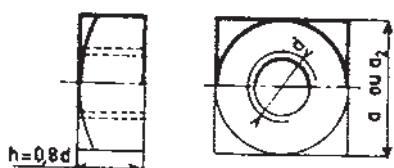
شکل ۳۷- کاربرد چهار نوع پیچ در اتصالات

شکل ۳۸- انواع دیگر پیچ

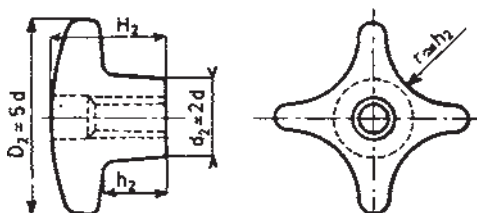
دنده‌ی پیچ بر روی آن و دنده‌ی مهره در داخل آن قرار دارد. در شکل‌های (۳۹ تا ۵۰) انواع مهره‌ها و متعلقات آن‌ها دیده می‌شوند.

ارتفاع سر مهره‌ها و شکل آن‌ها

- ۱- اگر مهره نیروی زیادی را برداشت نماید، ارتفاع مهره را به اندازه‌ی قطر مفتول پیچ طرح می‌کنند و برای موقعی که نیروی زیادی در پیچ و مهره اعمال نمی‌شود، ارتفاع کم‌تری در نظر می‌گیرند.
- ۲- مهره‌های ضامن شونده یا اشبیل‌دار به نحوی قفل می‌شوند تا در خلال کار شل نشوند.
- ۳- مهره‌ی سرخود برای سرعت عمل در مونتاژ قطعات و یا در هنگام دسترسی نداشتن به قسمت پشت قطعه‌ی کار، از آن استفاده می‌شود.
- ۴- مهره‌هایی که در ماشین‌آلات ارتعاش‌کننده قرار دارند و احتمال شل شدن در آن‌ها وجود دارد، به نحوی ضامن می‌شوند. که اصطلاحاً به آن «مهره با واشر ضامن» می‌گویند.



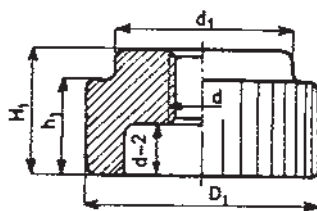
شکل ۴۱- مهره‌ی چهار گوش



نوع خروفسکی

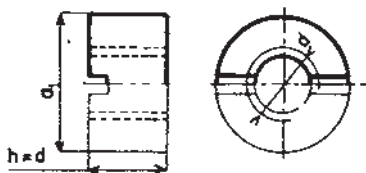


شکل ۴۲- مهره‌ی کروی

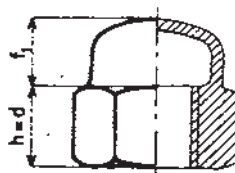


نوع آج‌دار

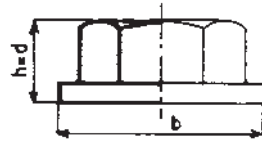
شکل ۳۹- مهره‌هایی که با دست بسته می‌شوند



شکل ۴۳- مهره‌ی استوانه‌ای با جای خار



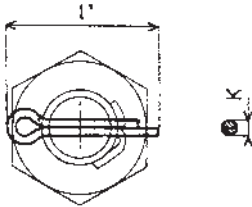
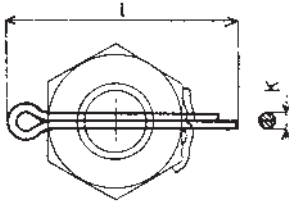
شکل ۴۰- مهره‌ی کور یا بسته



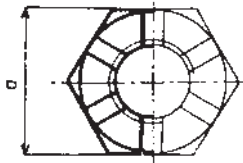
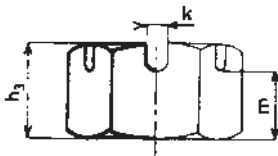
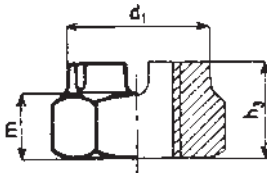
شکل ۴۴- مهره‌ی واشر سر خود



شکل ۴۵- مهره‌های شش گوش



شکل ۴۷- مهره واشبیل



شکل ۴۸- مهره‌ی اشبیل خور



شکل ۴۶- در نوع مهره‌ی سر خود



تخت ساده



فتری

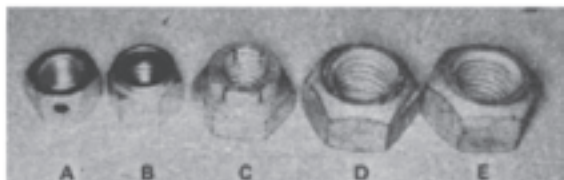
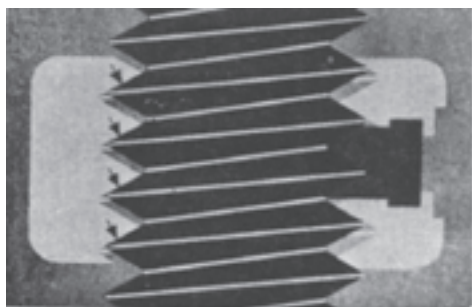


دنده دار



مهره‌های نازک قفل شونده

شکل ۴۹- واشرها



شکل ۵۰ - مهره‌های قفل شونده - فلش‌ها نیروی جانبی به پیچ وارد کرده، از باز شدن جلوگیری می‌کند.

خارها

تعریف خار: خارها قطعاتی

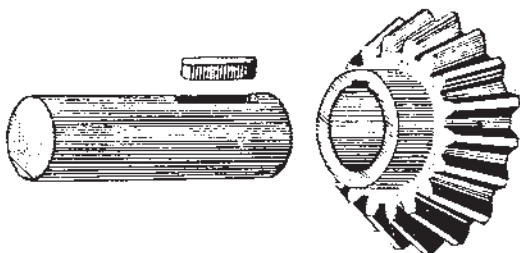
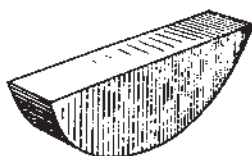
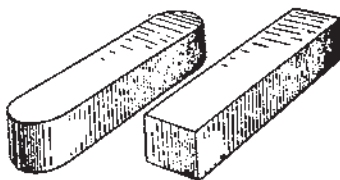
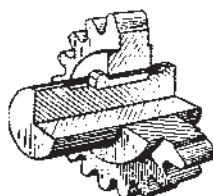
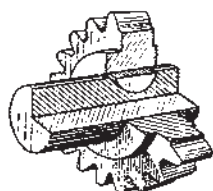
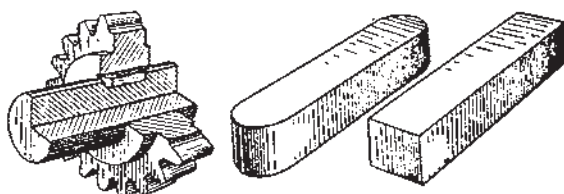
فولادی هستند که برای اتصال دادن اجزا و قطعات ماشین به کار می‌روند.

انواع خار: خارها

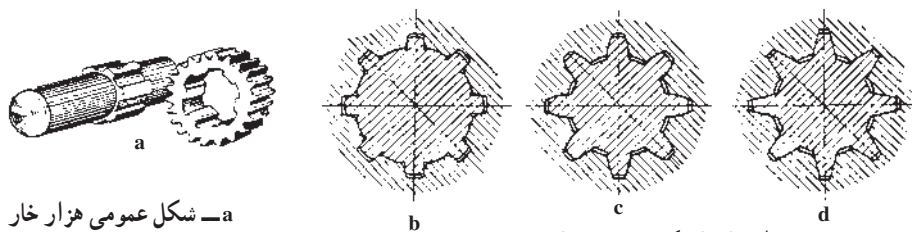
به صورت‌های هلالی، میله‌ای، چهارگوش، استوانه‌ای، لوله‌ای، مخروطی و غیره ساخته می‌شوند شکل‌های (۵۱) و (۵۳ تا ۵۹).

هزار خار: وقتی مقدار قدرت

انتقالی زیاد باشد و بخواهند قدرت به طور یکسان بین خارهای محورها تقسیم شود، از هزار خار استفاده می‌کنند شکل (۵۲).



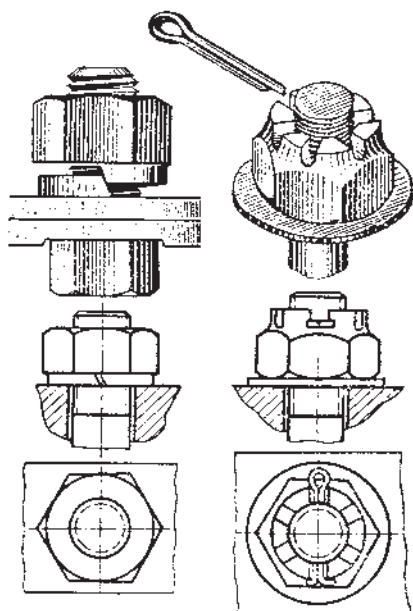
شکل ۵۱ - اتصال توسط انواع خارها



a - شکل عمومی هزار خار

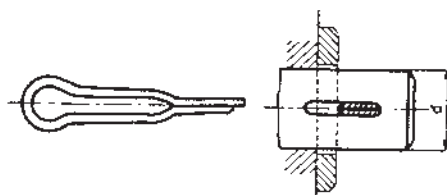
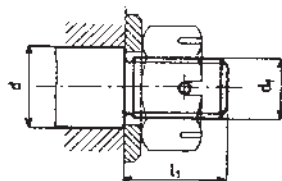
b - برای انتقال نیروهای قوی
c, d - دو نوع برای بارهای کم در محوره‌ای دیواره‌ی نازک

شکل ۵۲ - هزار خارا



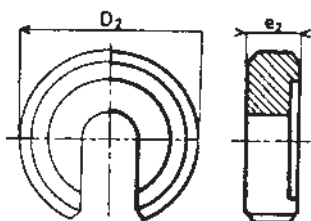
شکل ۵۴ - کاربرد خار میله‌ای

الف - خار میله‌ای برای ضامن کردن مهره

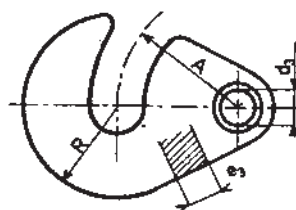


ب - خار میله‌ای فنری برای محور

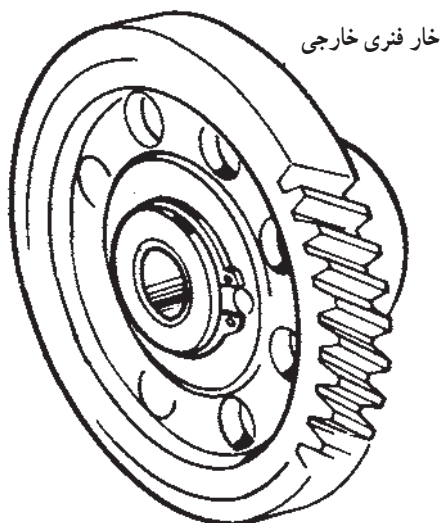
شکل ۵۳ - کاربرد خار میله‌ای



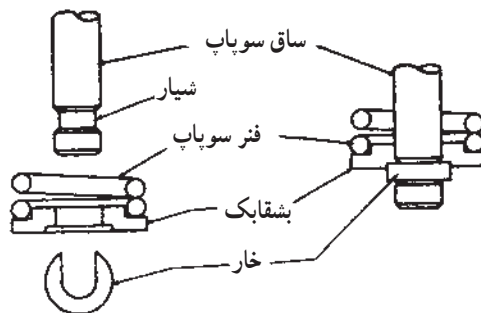
شکل ۵۶ - خار حلقوی ثابت



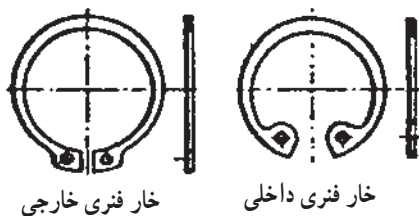
شکل ۵۵ - خار حلقوی متحرک و لولایی



شکل ۵۸ - کاربرد خار فتری خارجی



شکل ۵۷ - کاربرد خار حلقوی در سوپاپ موتور



شکل ۵۹ - باز و بسته شدن خار فتری

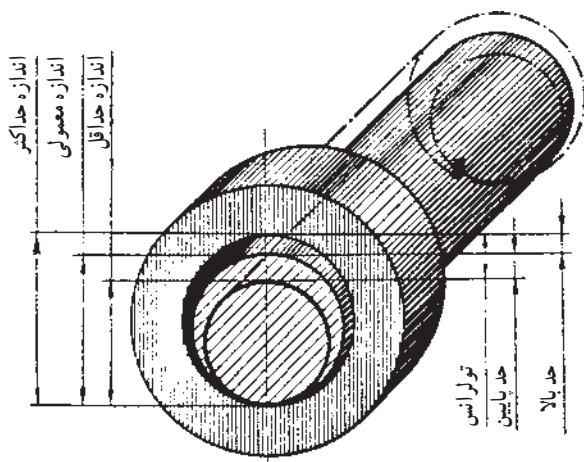
جنس خارها: جنس خارها از فولاد سخت با استحکام 50° تا 60° کیلوگرم بر میلی متر مربع است که آن را با علامت $St50^\circ$ و $St60^\circ$ نمایش می دهند. علامت قراردادی St مخفف کلمه ی لاتین فولاد Steel و اعداد 50° و 60° ، استحکام واحد سطح مقطع فولاد $(\frac{kg}{mm^2})$ را نشان می دهند.

انواع اتصالات مکانیکی به روش اصطکاکی

گاهی قطعات مکانیکی استوانه ای شکل را با روش پرس با هم متصل می کنند و از نیروی اصطکاکی فشاری بین آن ها نیروی مورد نظر برای اتصال را به وجود می آورند.

در روش فشاری، اختلاف قطر کمی بین دو قطعه در نظر گرفته شده، با نیروی پرس آن ها را روی هم سوار می کنند. نیروی شعاعی ایجاد شده در بین قطعات آن ها را به یک دیگر فشرده به هم و

متصل نگه می‌دارد. در این روش قطعات با دقت بسیار زیاد تراشیده شده، حدود ابعاد قطعه برای پرس کردن مشخص می‌شود.

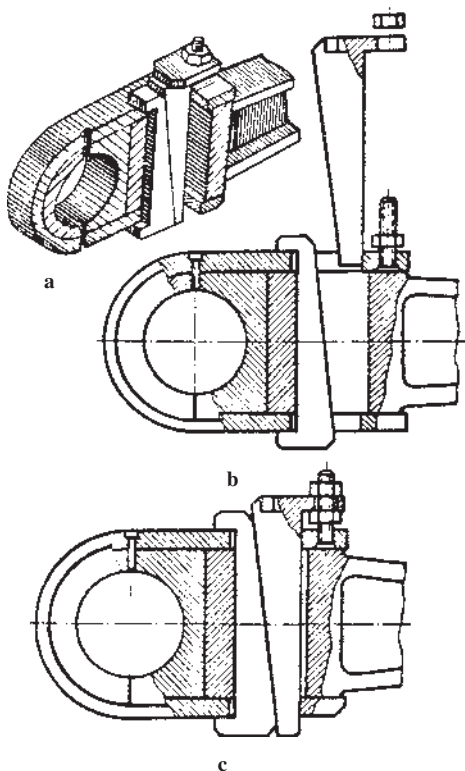


با توجه به توضیحات داده شده برای آن که شخص طراح قطعات ماشین، دقت مورد نظر را در ساخت قطعه اعمال کند، روی نقشه حداکثر انحراف را نسبت به اندازه‌ی اسمی تعیین می‌کند. این انحراف را «تولرانس» گویند. شکل (۶۰) مفهوم تولرانس را بیان می‌کند.

شکل ۶۰- نمایش مفهوم تولرانس در نقشه

گوه‌ها

گاهی برای محکم کردن اجزای مکانیکی، از قطعات شیب‌داری استفاده می‌کنند که «گوه» نامیده می‌شود. گوه با فشار بین دو قطعه داخل گردیده، با نیروی اصطکاک زیادی که سطح شیب‌دار آن ایجاد می‌کند، اتصال مطمئنی را به‌وجود می‌آورد. گوه‌ها برای مونتاژ و پیاده کردن سریع بعضی از قطعات، بسیار مناسب هستند. در شکل (۶۱) وقتی گوه‌ی شیب‌دار در محل خود قرار گرفته، به اندازه‌ی لازم پیش‌روی می‌نماید در نتیجه، قطعه‌ی دوشاخه‌دار را به طرف راست کشیده، دو قطعه‌ی یاتاقانی را به محور می‌فشارد و لقی آن دورا کاهش می‌دهد. شکل b قبل از مونتاژ قطعات و شکل c پس از مونتاژ را نشان می‌دهد.



شکل ۶۱- استفاده از گوه در یک قطعه

فهرست منابع

فارسی

- ۱- استخراج معادن جلد دوم - نصرالله محمودی - دانشگاه تهران - ۱۳۴۵
- ۲- استخراج معادن جلد پنجم - نصرالله محمودی - دانشگاه تهران - ۱۳۴۷
- ۳- ایمنی در معادن روباز - نیکلای ملنیکف، میتر فان چسנוکف - ترجمه‌ی یوسف زادیوسفی - مؤسسه‌ی کار و تأمین اجتماعی - ۱۳۵۹
- ۴- ایمنی در معادن - غلامرضا محمدزاده - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۶۵
- ۵- شناخت هوای معادن - غلامرضا محمدزاده - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۶۵
- ۶- اصول استخراج معادن جلد دوم - حسن مدنی - وزارت آموزش و پرورش
- ۷- تکنیک ایمنی در معادن زغال - گنسادای گلیکف - آموزشگاه معدنی شرکت زغال سنگ

کرمان

- ۸- روشنایی فنی جلد اول - محمد مظفر زنگنه - دانشگاه تهران - ۱۳۴۳
- ۹- هیدرولیک صنعتی - حسن شمسی - دانشجو - ۱۳۴۷
- ۱۰- طراحی، برنامه‌ریزی و روش‌های استخراج معادن سطحی جلد اول - مرتضی اصانلو - لادن - ۱۳۷۴

- ۱۱- لوله‌کشی - سیدمجتبی موسوی - دانش و فن - ۱۳۷۳
- ۱۲- جداول و استانداردهای طراحی و ماشین‌سازی - مترجم: عبدالله ولی‌نژاد - صانعی - ۱۳۷۶

- ۱۳- لوله‌کشی - هارولد باییت - مترجم: هوشنگ گودرزی - اداره‌ی کل مهندسی بهداشت
- ۱۴- خودآموز مصور لوله‌کشی - حسین خوش‌کیش - تکنوبوک تهران
- ۱۵- اجزای ماشین (۱) - محمد محمدی بوساری - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۳
- ۱۶- تکنولوژی بتن و ساختمانهای بتنی - علی اصغر حکیمیه - وزارت آموزش و پرورش -

۱۳۷۸

- ۱۷- ماشین‌های الکتریکی - محمد حیدری - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۷

- ۱۸- تکنیک الکتریکی - خیامیان - شرکت ملی ذوب آهن ایران آموزشگاه معدنی - کرمان
- ۱۹- راهسازی - احمد حامی - چاپ داورپناه - ۱۳۶۱
- ۲۰- راهسازی جلد اول - منوچهر احتشامی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران - ۱۳۷۳
- ۲۱- راهسازی جلد دوم - منوچهر احتشامی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران - ۱۳۷۳
- ۲۲- تجهیزات نیروگاه جلد اول - مسعود سلطانی - دانشگاه تهران - ۱۳۷۶
- ۲۳- عناصر و جزئیات ساختمان - سام فروتنی - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۹
- ۲۴- تکنولوژی ساختمان - فروغ پوش نژاد - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۹
- ۲۵- تکنولوژی جوش کاری با شعله ی گاز - ابراهیم محمودی آستارایی - محمد ازغدی - محمدحسن باغستانی راد - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۳
- ۲۶- آزمایشگاه مبانی مخابرات و رادیو - یدالله رضازاده و سید محمود صموتی - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۳
- ۲۷- اصول و راهنمای تعمیر و عیب یابی تلفن - استفن. ج. بیگلو - مترجم : رضا خوش کیش - کانون نشر علوم - ۱۳۷۹

لاتین

- 1 - Mine ventilation - A.skochinsky - Training Manual for miners - Skelly and lay.
- 2 - Hartman Howard,L. - Mine Ventilation and Air Conditioning the Ronald press co. 1982
- 3 - Antonov, u. - Mirky, M. - Mining Electrical Engineering - Higher school publishing House Moscow - 1965
- 4 - Hall, c. J. Mine Ventilation Engineering - S. M. E. Inc - 1981
- 5 - Atlas Copco Manual Atlas Copco, AB Stockholm - Sweden 1978
- 6 - Cummins, Arthur, B. - S. M. EEngineering Handbook. vol 2 - S. M. E - Inc - 1973

استفاده از کاتالوگ شرکت‌های

1 - Testo - Portable Measuring instruments 2001 - Galileo Galilei-

Italy

2 - Atlas Copco - Construction equipment 2000 - Sweden

3 - OLDHM - Charging equipment - 1991

4 - Atlas Copco - Air powered Sump pumps - 1998 - Sweden

5 - ABB - Lights for the Mining - 1999

6 - Borne mann pumps - 2000

7 - Aerzener - Screw Compressors - 2001

8 - Ingersoll Rand - Generators - 2001

9 - Nord lamp - Lights - 2001

10 - Compair Holmam - Compressors 2000

11 - DAC - Telephone for the Mining - 1995

