



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده فنی و مهندسی - گروه مهندسی معدن

جزوه درس

خدمات فنی در معادن - بخش پنجم

Technical Services in Mines- Part 5



مؤلف: دکتر احمد اسدی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب

ویرایش بیستم - نیمسال دوم ۸۹-۱۳۸۸

www.LearnMining.com

LearnMining@gmail.com

ضمانت هوای فشرده در معدن

رابطه کلی فشار نسبی و مطلق به شرح زیر است:

$$m = \frac{M}{M_s} = \frac{P_w}{P_{ws}}$$

m رطوبت نسبی، M رطوبت مطلق، M_s رطوبت مطلق اشباع، P_w فشار جزئی بخار آب و P_{ws} فشار جزئی بخار آب در حالت اشباع است.

برای محاسبه رطوبت هوای خروجی از کمپرسور از رابطه زیر استفاده شود:

$$(1 - c)M_1Q_1 = M_2Q_2$$

که در آن c مقدار اعشاری از رطوبت است که در جریان تراکم از سیستم خارج می‌شود (c عددی بین صفر و یک است)، M رطوبت مطلق، Q شدت جریان هوا می‌باشند. اندیس‌های ۱ و ۲ بترتیب برای هوای ورودی و خروجی استفاده می‌شوند.

گاهی لازم است تا قبل از استفاده از رابطه بالا مقدار Q_2 با استفاده از روابط تراکم گازها محاسبه شود.

برای طراحی یک شبکه هوای فشرده مطابق زیر عمل نمایید:

- ۱- شبکه هوای فشرده را با ذکر جزئیات در تصویر پلان رسم کنید. در این نقشه لازم است تا جهت تونل‌های فرعی نیز درست رسم شوند.
- ۲- بخشی از شبکه که در طراحی این مرحله قرار دارد را از پلان جدا کرده و در نقشه مجزا رسم کنید (با توجه به طرح توسعه، عمر قطعات تشکیل دهنده شبکه و غیره).
- ۳- موقعیت مصرف کننده‌ها، کمپرسور و عوامل تولید کننده افت موضعی را در نقشه مشخص کنید و کلیه نقاط را نامگذاری کنید.
- ۴- حداکثر میزان هوای مورد نیاز در هر یک از نقاط مصرف را محاسبه کنید (با توجه به مصرف هر دستگاه، تعداد دستگاه، ضریب همزمانی، ضریب تصحیح ارتفاع، ضریب نشت، توسعه و غیره).
- ۵- میزان هوایی که از هر شاخه عبور می‌کند را محاسبه و در کنار شاخه یادداشت کنید (برای این کار از نقاط مصرف شروع کنید).
- ۶- لوله‌های اصلی و فرعی را مشخص کنید.
- ۷- قطر لوله‌های شبکه را تخمین بزنید (با استفاده از توصیه‌ای که در صفحه ۲۶۶ کتاب آمده است و بر اساس آن فرمولی در جزوه آورده شده است و یا جدول صفحه ۲۶۷ کتاب). توجه داشته باشید که لوله فقط قطرهای استاندارد در بازار موجود می‌باشد که بر حسب اینج عبارت است از:
۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵، ۱/۵، ۱/۷۵، ۲، ۲/۵، ۳، ۳/۵، ۴، ۴/۵، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲.
- ۸- با توجه به افت موضعی، طول معادل لوله‌های انتقال هوا را محاسبه کنید (صفحات ۳۰۰، ۳۰۱ و ۳۰۲ کتاب).
- ۹- میزان فشار در انتهای هر قطعه لوله را محاسبه کنید (با استفاده از فرمول، جدول و یا نمودار).
- ۱۰- بررسی کنید آیا مقدار فشار در مصرف کننده‌ها مناسب است یا خیر. اگر مناسب نیست اصلاحات مورد نیاز انجام شود.

برای تخمین قطر لوله علاوه بر جدول صفحه ۲۶۷ از رابطه زیر نیز می‌توان استفاده کرد:

$$D_{\min} = 1.128 \left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{2n}} \sqrt{\frac{Q}{V_{\max}}}$$

که در آن:

D_{\min} حداقل قطر لوله، P_0 فشار جو بر حسب بار، P_1 فشار هوا در ابتدای شبکه بر حسب بار (مطلق)، n ضریب اتمیسیته گاز (برای هوا و سایر گازهای دو اتمی $1/4$ است)، Q بر حسب متر مکعب بر ثانیه و V_{\max} بر حسب متر بر ثانیه است.

مثال: قطر لوله انتقال هوای فشرده برای یک قطعه لوله به طول ۵۰ متر در شرایط زیر را حساب کنید:

مصرف هوا در انتهای لوله ۶۰ لیتر بر ثانیه، فشار هوای محل ۱ بار، فشار هوای فشرده ۵ بار نسبی،

ارتفاع محل برابر سطح دریای آزاد، تراکم هوا آدیاباتیک ($n = 1/4$) و لوله فرعی فرض شود.

حل: از آنجا که لوله فرعی است لذا حداکثر سرعت حرکت هوا در لوله $15/2$ متر بر ثانیه فرض می‌شود.

ابتدا شدت جریان هوای داخل لوله را حساب می‌کنیم.

$$P_1 \times Q_1^n = P_2 \times Q_2^n$$

$$Q_2 = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} Q_1$$

$$Q_2 = \left(\frac{1}{6} \right)^{1.4} \times 60$$

$$Q_2 = 16.69 \text{ lit/s}$$

$$Q_2 = 0.01669 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_2 = v \cdot A$$

$$Q_2 = v \times \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right)$$

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{Q_2}{v \times \pi}}$$

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{0.01669}{15.2 \times 3.141592}}$$

$$D = 0.037372 \text{ m}$$

$$D = 37.372 \text{ mm}$$

$$D = 1.471357 \text{ Inch}$$

$$D = 1 \frac{1}{2} \text{ Inch}$$

برای محاسبه افت فشار از روابط زیر استفاده کنید:
الف) فرمول اطلس کوپکو (متریک)

$$\Delta P = \frac{1.6 \times 10^8 Q_n^{1.85} L_e}{D_i^5 \times UP}$$

که در آن:

ΔP افت فشار لوله و UP فشار در ابتدای لوله است و فشار بر حسب بار (مطلق)، شدت جریان هوا بر حسب متر مکعب بر ثانیه، طول بر حسب متر، قطر بر حسب میلیمتر می‌باشد.
ب) فرمول هاریس

$$\Delta P = \frac{0.1025 Q_n^2 L_e}{D_i^{5.31} \left(\frac{UP}{P_0} \right)}$$

که در آن:

فشار بر حسب پی اس آی (مطلق)، شدت جریان هوا بر حسب فوت مکعب بر ثانیه، طول بر حسب فوت و قطر بر حسب اینچ می‌باشد.
افت موضعی:

برای محاسبه افت موضعی از فرمول زیر و یا جدول‌هایی مشابه جدول صفحه ۳۰۰ استفاده شود.

$$L = 43.7rd^{1.2}$$

برای محاسبه دقیق افت موضعی در حالتی که قطر اولیه لوله کمتر و یا بیشتر از دو برابر قطر ثانویه است، مقدار عدد جدول (که از ستون مربوط به قطر ثانویه استفاده می‌شود) در ضریب K ضرب شود. ضریب

$$K = \frac{d_1}{2 \times d_2}$$

K برابر است با:

غلط نامه کتاب خدمات فنی در معادن - بخش هوای فشرده			
صفحه	محل	غلط	صحیح
۲۲۸	زیر نویس	iothermal	isothermal
۲۲۹	سطر اول مثال ۱-۷	فشار آن	فشار نسبی آن
۲۳۴	سطر عنوان جدول	رطوبت مطلب	رطوبت مطلق
۲۳۴	ستون دوم- روبروی دمای ۱۹- درجه	۱/۴۴	۱/۱۴
۲۳۴	ستون آخر- روبروی دمای ۴۰ درجه	۶۱/۱۹	۵۱/۱۹
۲۳۵	اعداد بالای شکل ۱-۷	(اعداد خوانا نیستند)	۰/۱ ۰/۲ ۰/۳ ۰/۴ ۰/۶ ۰/۸ ۱/۰
۲۳۷	سطر سوم	cm ^۳	m ^۳
۲۳۸	سوم- مخرج کسر	۱۰۰۰	۱۰۰
۲۳۸	چهارم- مخرج کسر	۱۰۰	۱۰۰۰
۲۳۸	سطر آخر صورت مسئله ۵-۷	رطوبت نسبی	رطوبت مطلق
۲۳۸	جدول پایین صفحه، در هر دو ستون	کیلوگرم بر سانتی متر مربع	اتمسفر
۲۳۸	ردیف آخر جدول ستون هوای خروجی	۲۰ درجه سانتی گراد	
۲۳۹	ردیف ۴	دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و فشار یک کیلوگرم بر سانتی متر مربع	دمای ۱۵ درجه سانتی گراد و فشار ۱ اتمسفر
۲۳۹	سطر اول حل مسئله (محاسبه P2)	۰/۷۵	۷/۵
۲۳۹	سطر آخر حل مسئله	kg/m ^۳	kg/min
۲۴۲	سطر پنجم از پایین	۱۳-۷	۱۷-۷
۲۴۲	سطر سوم از پایین- صورت کسر	V	K
۲۴۵	سطر دوم از پایین (عنوان)	حالت کلی	فشارش غیر تک دما
۲۴۶	سطر سوم حد پایین انتگرال محاسبه شده		۱
۲۴۶	سطر چهارم		
۲۴۶	انتهای تعریف W		(ژول)
۲۴۶	انتهای تعریف V _۱		(متر مکعب)
۲۴۶	انتهای تعریف P _۱		(پاسکال)
۲۴۶	انتهای تعریف P _۲		(پاسکال)
۲۴۷	انتهای متن- فرمول		$hp = \frac{1.4}{1.4-1} \times \frac{0.8 \times 1.03323 \times 10^4 \times 20}{60 \times 75} \times \left[\left(\frac{7.8}{0.8} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} - 1 \right] = 117.86$
۲۴۸	ردیف اول فرمولها- انتهای صورت کسر	×۱۰ ^۵ ×۱۰	×۱۰ ^۵ ×۱
۲۴۹	سطر دوم	۸۰۰۲۷/۶	۸۰۰۰۰
۲۵۱	ششم از پایین	۳۰۰	۳۰۰۰
۲۵۳	ششم	۹×۱۰۰۰۰۰	۰/۹×۱۰۰۰۰۰

۲۵۴	سطر اول	فشار نسبی	فشار مطلق
۲۵۴	حل قسمت ج مسئله	در حل مسئله بجای فرمول ایزوترمال باید از فرمول آدیاباتیک استفاده شود.	
۲۶۸	سطر ۱۵	اقتصادی تر از آن است که	اقتصادی تر آن است که
۲۷۳	فرمول هاریس - توان d	۵/۳	۵/۳۱
۲۷۵	فرمول هاریس در سیستم متریک - توان d	۵/۳	۵/۳۱
۲۸۰	سطر پنجم از پایین	می آید	می آید
۲۸۰	سطر چهارم از پایین	در موادی که	در موادی که
۳۰۰	ستون اول، سطر آخر در جدول ۸-۱۵	تبدیلی	تبدیلی از قطر 2d به قطر d
۳۰۱	عنوان جدول	مختلف [۲۰]	مختلف بر حسب فوت [۲۰]
۳۰۱	ردیف عنوان جدول ستون ۵	کاهش ۱۵٪	کاهش ۵۰٪
۳۱۹	در صورت مثال ۸-۵ قبل از کلمه "باشد" در سطر آخر		و فشار محیط یک بار
۳۲۰	جدول ۸-۲۵ ردیف دوم، ستون سوم از راست	۳	۲
۳۲۱	مخرج کسر فرمول ردیف سوم	۱	۳
۳۲۳	سطر چهارم	جدول ۸-۱۳	جدول ۸-۱۲
۳۲۴	سطر اول	۴/۰۹	۴/۹
۳۲۶	سوم	bar	bar _g
۳۲۶	سوم	psi	psi _g
۳۲۷	سطر ششم	آتمسفر	آتمسفر (مطلق)
۳۳۱	سطر سوم مسئله ۸-۹	کیلوگرم بر سانتی متر مربع	آتمسفر