



طراحی سیستم روشنایی معدن ذغالسنگ پایدانا به روش لومن

بهرنگ خادمی - مهدی اسلام زاده - علیرضا ابراهیمی

۱- دانشجوی کارشناسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق bkhmaine2004@yahoo.com

۲- عضو هیات علمی گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق meslamzadeh@gmail.com

۳- کارشناس مهندسی معدن

چکیده:

به طور حتم یکی از زمینه هایی که در معدن زیرزمینی نیاز به توجه خاصی دارد مورد روشنایی است که علاوه بر افزایش ایمنی موجب افزایش قابل توجه تولید می شود و در مواردی نیز به آسانی محدوده ماده معدنی را می توان از باطله تشخیص داد. هر چند که ایجاد روشنایی مناسب هزینه بر است ولی بررسی ها نشان داده است که توجیح اقتصادی دارد و افزایش تولید ناشی از آن، هزینه ها را جبران می کند. با این وجود این مسئله در ایران و خیلی کشورها چندان مورد توجه قرار نگرفته است در صورتی که کارگران از فواید روشنایی مناسب آگاه باشند، هیچگاه حاضر به کار کردن در محیط های نامطلوب نیستند.

در بررسی روشنایی در معادن ابتدا باید کمیتهای اصلی روشنایی سنجیده شوند و بعد از آن با استفاده از روشهای طراحی مناسب چون روش نقطه به نقطه و لومن طراحی مناسب صورت گیرد. شناخت وسایل روشنایی نیز حائز اهمیت است. هم چنین این امر نیز مهم است که اکثر راهروها نیاز به روشنایی دایمی ندارند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که با پیشرفت تکنولوژی، بشر به سمت استخراج روباز (open pit) و دیگر روشهای استخراج سطحی (surface mining) پیش می رود که نیاز به روشنایی چندانی ندارند البته بعضی از مواد معدنی چون طلا، الماس و ... و زغال سنگ موجود در ایران (به دلیل ضخامت کم) قابلیت استخراج روباز و سطحی را ندارند. پس این زمینه در کارهای معدنی نیاز به تحقیق بیشتر دارد.

در این مقاله به موضوعاتی در مورد نور و روشنایی و پیشرفت مهندسی روشنایی و وسایلی که برای روشنایی در معدن به کار می رود و همچنین روشهای طراحی روشنایی در معادن زیرزمینی پرداخته شده و محاسبات مربوط به روشنایی معدن پایدانا به روش لومن انجام و نتایج مربوطه آورده شده است.

کلمات کلیدی: روشنایی، روش لومن، معادن زیرزمینی، معدن پایدانا، افزایش تولید، کمیتهای اصلی روشنایی



- طراحی روشنایی به روش لومن بدون نور منعکس:

این روش که بسیار آسان و سریع است، به نام روش ضریب بهره دهی نیز نامیده می شود و برای طراحی کلی روشنایی بسیار مفید است. در واقع با این روش، روشنایی متوسط سطح مورد نظر در حد مجاز خواهد بود و ممکن است روشنایی بعضی از آن کمتر و بعضی نقاط آن بیشتر از حد لزوم باشد. بنابراین بهتر است ابتدا یا استفاده از این روش، فاصله ی چراغ ها را بدست آورد و سپس با روش نقطه به نقطه این فواصل را تعدیل کرد.

طرز عمل به این ترتیب است که ابتدا نوع چراغ با توجه به شرایط ایمنی و اقتصادی انتخاب می شود. سپس شدت روشنایی متوسط در سطح مورد نظر انتخاب شده و با توجه به ضرایبی که خواهیم دید، فاصله ی چراغ ها از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$E_m = \frac{\varphi_m \cdot F_u \cdot F_m \cdot F_{ab}}{b \cdot l}$$

E_m : روشنایی متوسط در سطح مورد نظر بر حسب لوکس

b : عرض سطح مورد نظر بر حسب متر (معمولاً عرض در کف تونل است)

l : فاصله ی چراغ ها بر حسب متر

φ_m : جریان نور هر چراغ بر حسب لومن (جریان متوسط) ضریب نگهداری

F_u : ضریب بهره دهی F_{ab} : ضریب جذب

ضریب بهره دهی (utilization factor):

هر چقدر قدرت انعکاس محیط بیشتر باشد ضریب بهره دهی چراغ نیز بیشتر خواهد بود. البته استفاده از حباب های منعکس کننده ی نور، ضریب بهره دهی لامپ را تا حد زیادی بالا می برد. معمولاً ضریب بهره دهی به صورت تابعی از مشخصه ی ویژه ای که به نام شاخص فضا (room index) معروف است، در جدولها درج می شود این ضریب را با رابطه ی زیر بیان می کنند:

$$R.I = \frac{W \cdot L}{(W + L) \times (H)}$$

W : عرض L : طول H : ارتفاع نسبت به سطح مربوطه

ضریب نگهداری (maintenance):

نور دهی یک چراغ در تمام مدت کار آن یکسان نیست. کیفیت منبع نور نیز نظیر هر دستگاه دیگر، به مرور کاهش می یابد و تنها نگهداری مداوم و دقیق می تواند این آهنگ را کند سازد. رسوب گرد و غبار بر روی شیشه ی چراغ سبب کاهش نور دهی آن



می شود و نیز با نشستن این ذرات به سطح کار معدنی قابلیت انعکاس آنها کاهش می یابد در کارهای صنعتی و دقت شرایط معمولی جوی که حباب چراغ ها هر ۶ هفته یکبار به خوبی تمیز می شوند ، ضریب نگهداری را در حدود ۰/۸ منظور می کنند . به عبارت دیگر ، شدت نور حاصله ی چراغ را بطور متوسط ۸۰ درصد شدت نور اولیه آن در نظر می گیرند .

ضریب جذب (absorption factor) :

هوای معدن معمولاً دارای مقداری گاز ، دود و گرد و غبار است و این امر سبب می شود که مقداری از نور در فاصله ی بین منبع نور و سطح کار جذب شده و یا پراکنده شود . بنابراین ، بسته به فاصله ی چراغ تا سطح کار و میزان آلودگی های در هوای معدن ، بایستی ضریب تخصصی از این بابت در نظر گرفت . ضریب جذب را در شرایط پر گرد و دود معدن حدود ۰/۵ در نظر می گیرند .

بلوک های مختلف معدن

این معدن به چند بلوک تقسیم می شود که با نامهای F,E,D,C,G که به G بلوک شرقی هم می گویند در این بلوک ها تعداد زیادی اشترک و دساندری و دوپل وجود دارد که تعدادی از آنها نیاز به روشنایی دارد که در اینجا اندازه گیری شده اند .

بلوک G یا بلوک شرقی :

تونلهای این بلوک در افقهای ۲۴۰۰ و ۲۴۸۲ و ۲۵۵۰ قرار دارند .

طول تونل افق ۲۴۰۰ متر برابر با ۱۲۴۰ متر ، طول تونل افق ۲۴۸۲ متر برابر با ۶۸۵ متر و طول تونل افق ۲۵۵۰ متر برابر با ۹۶۵ متر می باشد .

در این بلوک یک دوپل وجود دارد که از سطح زمین به افق ۲۴۸۲ متر وصل است و طول آن ۲۰۲ متر می باشد و یک دساندری هم وجود دارد کیه به افق ۲۴۰۰ متر وصل است که طول آن ۳۷۷ متر می باشد

بلوک D :

در این بلوک یک تونل در افق ۲۴۵۰ متری قرار دارد که طول آن برابر ۹۷۵ متر است

در طول این تونل سه پذیرشگاه وجود دارد که طول اولی ۱۱۰ متر ، دومی ۱۳۰ متر و سومی ۳۳۰ متر می باشد .

یک دساندری هم در این بلوک قرار دارد که طول آن ۱۲۳ متر می باشد و افق ۲۴۰۰ را به افق ۲۴۵۰ وصل می کند .



بلوک F:

در این بلوک یک تونل فرعی قرار دارد که طول آن برابر ۱۳۵۹ متر می باشد که از دهانه تا دساندری موجود در بلوک E محاسبه شده است .

یک تونل از تونل فرعی به دساندری واقع شده در بلوک F (طول این دساندری ۱۸۵ متر است) راه دارد که طول آن ۲۷۰ متر است.

و تونل دیگری از همین تونل به تونل فرعی وجود دارد به طول ۳۶۰ متر

طول تونلی اصلی در بلوک F تا دساندری تهویج ۱۸۰ متر است طول دساندری تهویج ۴۰۰ متر می باشد .

تونل دیگری هم از تونل اصلی ۲۴۰۰ متر به طرف بلوک F می آید که دو راهه می باشد که طول این تونلها روی هم رفته ۲۵۰ متر

است و یک دساندری هم در این منطقه قرار دارد که طول این دساندری ۱۵۶ متر می باشد .

بلوک E و D

یک افق ۲۵۰۵ متر دارد که از بلوک E شروع شده و تا آخر D ادامه دارد طول این تونل ۱۳۰۵ متر است . طول دساندری که

در بلوک E قرار دارد ۴۰۰ متر می باشد .

اشترک اصلی افق ۲۴۰۰ متر :

اندازه این تونل که از دهانه تا پست ۳ منظور است ۳۹۰۰ متر می باشد از پست ۳ تا دوراهی ۹۳۰ متر می باشد .

این دوراهی بین بلوک D و E است که یک راه آن ۳۷۰ متر طول دارد و راه پائینی ۱۵۸۵ متر است که تا پایان بلوک C ادامه دارد

راه پائین ۲ پذیرشگاه دارد که طول اولی ۱۴۰ متر و طول دومی ۲۰۰ متر می باشد .

طراحی سیستم روشنایی معدن پابدانا به روش لومن :

قبل از طراحی سیستم روشنایی معدن پابدانا ای اصلی باید بدانیم که لامپ انتخابی مورد استفاده در این معدن لامپ فلورسنت ضد

انفجار ۴۵ وات می باشد که جریان نور آن حدوداً ۱۰۶۹ لومن است .

نیروی برق لازم برای این معدن به وسیله یک پست ۲۰ کیلوواتی که در دو کیلومتری معدن قرار دارد تامین می شود . برای طراحی

روشنایی این معدن به روش لومن به این صورت عمل می کنیم :

ابتدا باید ضریب های بهره دهی ، جذب و نگهداری را در این معدن بدست آوریم .

ضریب جذب :



ضریب جذب در این معدن را برابر واحد در نظر می گیریم

ضریب نگهداری :

چون در این معدن چراغها هرگز پاک نمی شوند ضریب نگهداری برابر با ۰/۶ می باشد .

ضریب بهره دهی :

برای بدست آوردن ضریب بهره دهی باید از فرمولهای بالا شاخص فضا را بدست می آوریم .

چون در اینجا عرض تونلها متفاوت است تونلها را از نظر اندازه عرضشان تقسیم بندی کرده ایم .

شاخص فضا را به طور جداگانه برای قسمتهای مختلفی که تقسیم بندی کردیم بدست می آوریم .

الف) شاخص فضا برای تونل اصلی افق ۲۴۰۰ (از دهانه تا آخر بلوک C) و همچنین تونلها و دساندری موجود در بلوک F

در اینجا باید اندازه دو پذیرشگاه را نیز به طول تونلها اضافه کنیم .

$$\text{طول} = ۶۴۱۵ + ۱۴۰ + ۲۰۰ + ۴۰۶ = ۷۱۶۱\text{m}$$

$$\text{عرض} = ۴/۵\text{m}$$

$$\text{ارتفاع} = ۲/۷\text{m}$$

$$R.I = \frac{۴/۵ \times ۷۱۶۱}{(۷۱۶۱ + ۴/۵) \times ۲/۷} = ۱/۶۶$$

پس ضریب بهره دهی برای این تونل ها ۰/۳۸۹ می باشد .

ب) شاخص فضا برای تونل افق ۲۴۰۰ در بلوک شرقی :

$$\text{طول} = ۱۲۴۰\text{m}$$

$$\text{عرض} = ۴\text{m}$$

$$\text{ارتفاع} = ۲/۷\text{m}$$

$$R.I = \frac{۴ \times ۱۲۴۰}{(۱۲۴۰ + ۴) \times ۲/۷} = ۱/۴۷$$

پس ضریب بهره دهی برای این تونل ها برابر است با : ۰/۳۷۶

ج) شاخص فضا برای تونلهای افق ۲۴۵۰ و ۲۵۰۵ در بلوک شرقی و تونلهای افق ۲۴۵۰ ، ۲۴۰۰ در بلوک D و دو تونل موجود در

بلوک F باید پذیرشگاهها را نیز در نظر گرفت و به طول تونل ها اضافه کرد :



$$\text{طول} = 975 + 110 + 130 + 330 + 130.5 + 360 + 270 = 3480$$

$$\text{عرض} = 3\text{m}$$

$$\text{ارتفاع} = 2/7\text{m}$$

$$R.I = \frac{3 \times 3480}{(3480 + 3) \times 2/7} = 1/1$$

پس ضریب بهره دهی برای این تونل ها برابر است با : ۰/۳۳۲

د) شاخص فضا برای دساندری های موجود در بلوک های D و E و شرقی و دساندری تهویه موجود در بلوک F و دوپل بلوک شرقی

:

$$\text{طول} = 202 + 377 + 123 + 185 + 400 + 156 + 400 = 1843\text{m}$$

$$\text{عرض} = 3/5\text{m}$$

$$\text{ارتفاع} = 2/7\text{m}$$

$$R.I = \frac{3/5 \times 1843}{(1843 \times 3/5) \times 2/7} = 1/29$$

پس ضریب بهره دهی برای این تونل برابر است با : ۰/۳۵۴

پس از بدست آوردن شاخص فضا اکنون باید E_m (روشنایی متوسط) را برای هر یک از موارد بالا به طور جداگانه به دست آوریم باید بدانیم که فاصله لامپها در این معدن ۳۰ متر می باشد :

بدست آوردن روشنایی متوسط در معدن :

E_m برای قسمت الف)

با جایگذاری در فرمولهای بالا داریم :

$$R.I = \frac{1.069 \times 0.389 \times 0.6 \times 1}{4/5 \times 30} = 1/848 \text{ لوکس}$$

$$R.I = \frac{1.069 \times 0.376 \times 0.6 \times 1}{4 \times 30} = 2/0.09 \text{ لوکس}$$

E_m برای قسمت ب)



E_m برای قسمت ج)

$$R.I = \frac{1.069 \times 0.332 \times 0.6 \times 1}{3 \times 3.0} = 2/366 \text{ لوکس}$$

E_m برای قسمت د)

$$R.I = \frac{1.069 \times 0.304 \times 0.6 \times 1}{3/5 \times 3.0} = 2/162 \text{ لوکس}$$

با مشاهده در نتایج در می یابیم که روشنایی متوسط در سطح مورد نظر بسیار کم است.

اینبار E_m ایده آل را که برای تونل های حمل و نقل و رفت و آمد در معدن زغال سنگ برابر ۵ لوکس می باشد در نظر می گیریم و

داخل فرمول زیر می گذاریم و فاصله چراغها را بدست می آوریم.

روش بدست آوردن فاصله چراغها:

$$l = \frac{\phi F_u F_m F_{ab}}{b E_m}$$

البته باید برای هر یک از قسمتهای قبلی l را جداگانه بدست آوردیم.

l برای قسمت الف)

$$l = \frac{1.069 \times 0.389 \times 0.6 \times 1}{4/5 \times 5} = 11/0.8m$$

l برای قسمت ب)

$$l = \frac{1.069 \times 0.376 \times 0.6 \times 1}{4 \times 5} = 12/0.5m$$

l برای قسمت ج)

$$l = \frac{1.069 \times 0.332 \times 0.6 \times 1}{3 \times 5} = 14/19m$$

l برای قسمت د)

$$l = \frac{1.069 \times 0.354 \times 0.6 \times 1}{3/5 \times 5} = 12/97m$$



با انجام محاسبات بالا فاصله لامپها در هر یک از تونلها بدست می آید که با مقایسه با فاصله کنونی در می یابیم که در حال حاضر فاصله لامپها در معدن پابدانا بسیار زیاد می باشد .

نتیجه گیری :

همانطور که دیدیم کم شدن فاصله میان لامپها باعث افزایش شدت روشنایی در کف تونلها می شود . البته اینکار باعث می شود که تعداد لامپهای مورد استفاده در تونلها بیشتر شود و در نتیجه هزینه تامین روشنایی در معدن افزایش یابد اما باید این موضوع را نیز در نظر گرفت که هزینه اضافی که برای اینکار پیش می آید نسبت به قیمت اضافه محصول معدن تقریباً هیچ است همچنین روشنایی مناسب باعث می شود از استعداد کارکردن کارگران منتهیادی استفاده شود . و در مواردی نیز سبب می شود که ما لایه اصلی را از سنگ های اطرافش راحتتر تشخیص دهیم . فایده دیگری که تامین روشنایی مناسب در معدن دارد اینست که باعث می شود کارگران در یک فضای روشن کمتر آسیب ببینند و دیگر هزینه های مداوم و شاید تعطیل شدن کار را نداریم و روشنایی مناسب موجب می شود کارگران با امید و اطمینان بیشتری به کار بپردازند . و در پایان باید یادآور شد که در معدن پابدانا تنها بخشی از تونل اصلی دارای روشنایی می باشد که در برابر کل معدن هیچ است .