



Namatek
True Education

Escalator Design

www.namatek.com

۲ بخش اصلی در
طراحی پله برقی

فهرست مطالب

۱. طراحی پله برقی (Escalator Design)
۲. محاسبه توان موتور در طراحی پله برقی
۳. نکات و دستورالعمل های طراحی پله برقی

برای طراحی پله برقی باید محاسبات خاصی انجام شود که عوامل متعددی در طراحی و محاسبات آن دخیل هستند. در فرآیند محاسبات سعی می شود تا تأثیر هر یک از عوامل به صورت کمی در روابط ریاضی گنجانده شود. در این مقاله قصد داریم روند طراحی و محاسبات پله برقی را بررسی کنیم.

تا پایان با ما همراه باشید.

#1 طراحی پله برقی (Escalator Design)

مهم ترین مرحله طراحی پله برقی محاسبه توان موتور آن است. اما قبل از هر چیز باید کاربرد پله برقی را تعیین کرد. پس از آن با در نظر گرفتن دستورالعمل ها، استانداردها و نکات ایمنی خاصی می توان فرآیند طراحی را به انجام رساند. آموزش طراحی انواع پله برقی را در دو بخش خدمت شما ارائه می کنیم:

- محاسبه توان موتور پله برقی
- نکات و دستورالعمل های طراحی پله برقی



#۲ محاسبه توان موتور در طراحی پله برقی

موتور پله برقی وظیفه تولید توان لازم برای حرکت آن را بر عهده دارد.

عوامل موثر در محاسبه توان موتور پله برقی عبارت اند از:

- ارتفاع
- راندمان موتور
- راندمان گیربکس
- سرعت حرکت
- زاویه نسبت به افق

- تعداد افراد جا به جا شده به ازای هر پله
- ارتفاع هر یک از پلکان

یکی از مهم ترین بخش ها در طراحی پله برقی، محاسبه توان موتور آن است. برای محاسبه توان موتور پله برقی باید تمام عواملی که در بالا برشمردیم را در قالب یک رابطه ریاضی در کنار هم قرار دهیم. همچنین در فرآیند محاسبه لازم است که از مفروضاتی استفاده کنیم. هر چند این کار ممکن است باعث بروز خطا در محاسبه نهایی شود؛ اما چاره دیگری نداریم. برای محاسبه توان موتور پله برقی باید مراحل را طی کنیم که در ادامه این بخش آن ها را توضیح می دهیم.



#۱-۲ محاسبه نیروی وزن هر فرد

هر فرد از زمانی که پا روی پله برقی می گذارد، متناسب با وزن خود نیرویی را به آن وارد می کند. برای این که بتوان به تخمین نسبی از نیروی وزن هر فرد رسید، متوسط وزن افراد را برابر با ۷۵ کیلوگرم در نظر می گیریم. بر این اساس نیروی وزن هر فرد به صورت زیر محاسبه می شود:

$$F = m \times g = 75 \times 9.81 = 735.75 \text{ N}$$

- F : نیروی وزن هر فرد (برحسب نیوتن (N))
- m : وزن هر فرد (برحسب کیلوگرم (kg))
- g : شتاب گرانش (برحسب متر بر مجذور ثانیه (m/s^2))



#۲-۲ محاسبه تعداد پلکان موثر

در ادامه فرآیند طراحی پله برقی لازم است که تعداد پلکان موثر را محاسبه کنیم. برای این منظور باید ارتفاع پله برقی را به ارتفاع یک پلکان تقسیم کنیم.

بر این اساس تعداد پلکان موثر برابر است با:

$$E = RE/RS$$

- E: تعداد پلکان موثر پله برقی
- RE: ارتفاع پله برقی (برحسب متر)
- RS: ارتفاع هر پله (برحسب متر)

بر این اساس فرض کنید که تعداد n نفر در هر لحظه از پله برقی عبور می کنند.

در نتیجه مجموع نیروی وارد به پله برقی برابر است با:

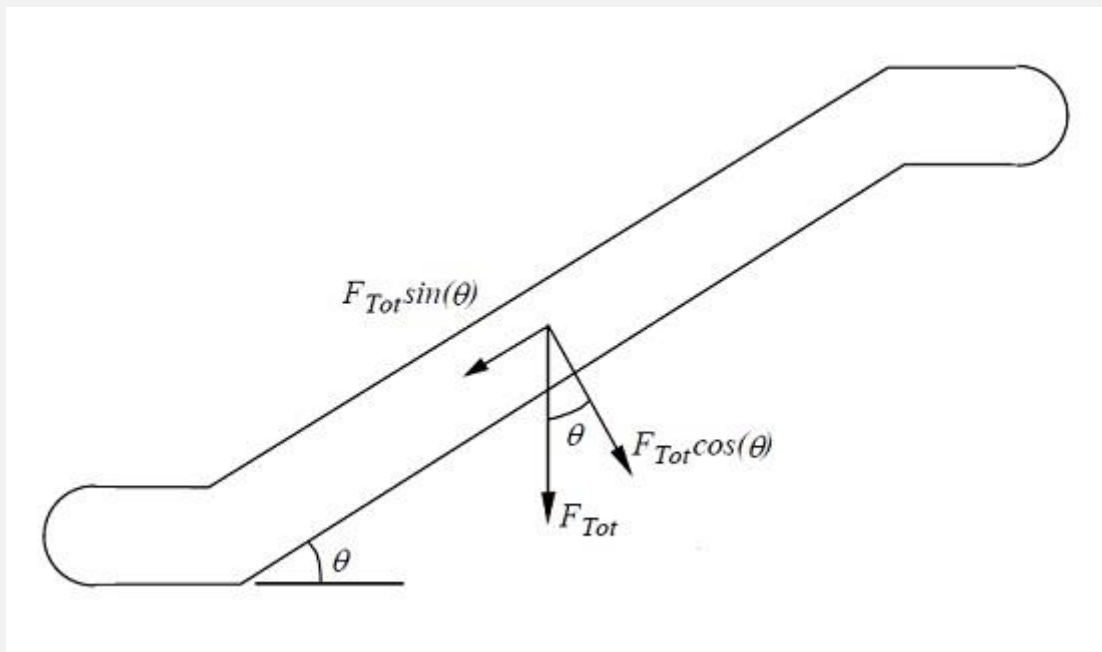
$$F_T = m \times g \times n \times (RE/RS)$$

- F_T : کل نیروی وارد به پله برقی (برحسب نیوتن)



#۲-۳ محاسبه توان موتور

موتور پله برقی باید توان لازم برای انتقال افراد در راستای پلکان را تولید کند. بنابراین مجموع نیرویی که در بالا محاسبه کردیم باید مانند تصویر زیر به دو مؤلفه عمود و موازی تقسیم شود.



بر این اساس نیرویی که در راستای حرکت به پله برقی وارد می شود، برابر است با:

$$F_{eff} = m \times g \times n \times (RE/RS) \times \sin(\theta)$$

- F_{eff} : نیروی وارد به پله برقی در راستای حرکت (بر حسب نیوتن)
- θ : زاویه پله برقی با سطح افق

برای محاسبه توان موتور باید نیروی محاسبه شده را با سایر فاکتورهایی که در بالا ذکر کردیم، ترکیب کنیم.

محاسبه توان موتور پله برقی:

$$P = (m \times g \times n \times (RE/RS) \times \sin(\theta) \times S + PH) / (\eta_s \times \eta_g \times 1000)$$

S : سرعت حرکت پله برقی (بر حسب متر بر ثانیه)

PH : توان مورد نیاز برای به حرکت درآوردن هندریل پله برقی (بر حسب وات)

η_s : راندمان موتور پله برقی

η_g : راندمان گیربکس پله برقی

P : توان موتور پله برقی (بر حسب وات)

مثالی از محاسبه توان موتور پله برقی

در ادامه بحث طراحی پله برقی بد نیست که با ذکر یک مثال با نحوه محاسبه توان موتور بهتر آشنا شویم. پله برقی را تصور کنید که ۲۰ متر ارتفاع دارد و سرعت حرکت آن ۷۵٪ متر بر ثانیه است. همچنین در هر پله ۲ نفر به طور همزمان می توانند بایستند. راندمان گیربکس آن برابر با ۸۳ درصد است. زاویه پله برقی نسبت به افق نیز برابر با ۳۰ درجه است. توان لازم برای حرکت هندریل ۴ کیلووات و ارتفاع هر پله ۲٪ متر است. بر این اساس توان موتور پله برقی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$P = (75 \times 9.81 \times 2 \times 20/0.2 \times \sin(30) \times 0.75 + 4000) / (0.83 \times 1 \times 1000) = 71.3 \text{ (kw)}$$

بر اساس عدد به دست آمده باید در بین موتورهای الکتریکی موجود در بازار بهترین گزینه را انتخاب کنیم. در رابطه فوق راندمان موتور را ۱ در نظر گرفتیم. با توجه به عدد فوق و پس از انتخاب موتور، راندمان اصلی در نظر گرفته می شود.



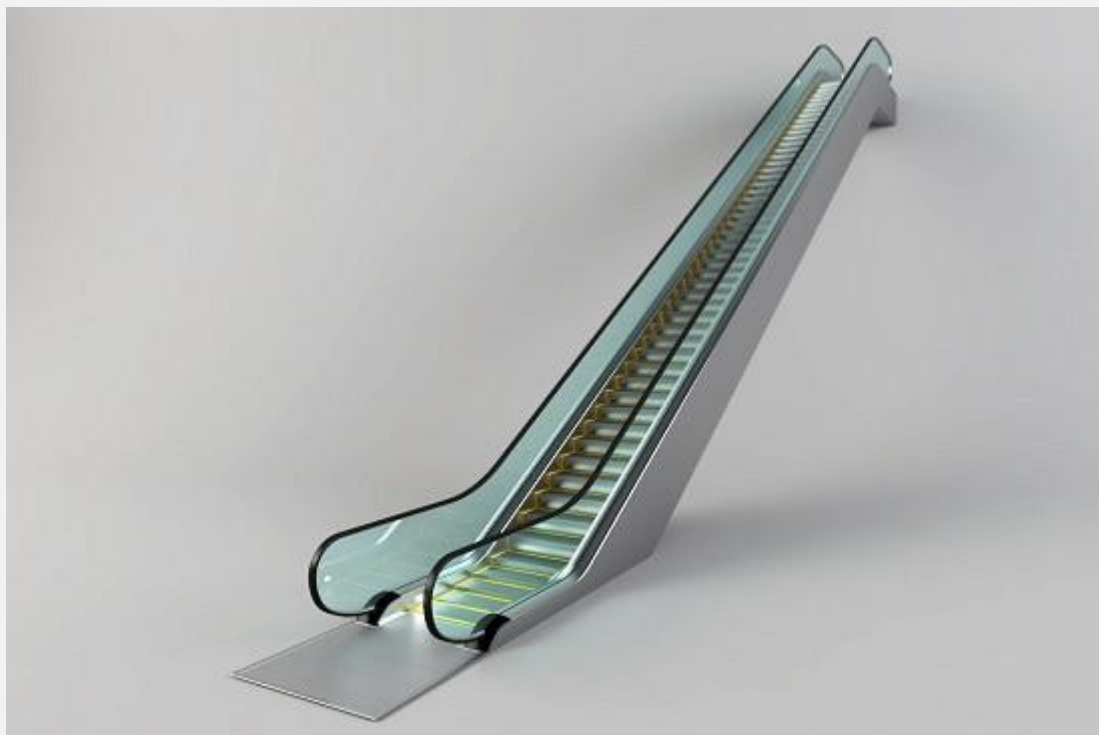
#۳ نکات و دستورالعمل های طراحی پله برقی

نکات مهمی در طراحی پله برقی وجود دارند که در این جا به طور خلاصه آن ها را بررسی می کنیم.

#۱-۳ زاویه بهینه در طراحی پله برقی

بهترین زاویه برای نصب پله برقی، زاویه 30° درجه نسبت به سطح افق است. در این زاویه بیشترین امنیت برای افراد فراهم می شود. با این وجود دست طراح برای انتخاب زاویه بین بازه ۲۷ تا 35° درجه باز است. در شرایطی که به هر دلیل انتخاب زاویه 30° درجه امکان پذیر نیست، می توان از سایر اعداد در بازه فوق استفاده کرد. معمولا هرچه فضای کمتری

در اختیار داشته باشیم، باید زاویه پله برقی نسبت به افق را بیشتر در نظر بگیریم.



#۲-۳ سرعت بهینه در طراحی پله برقی

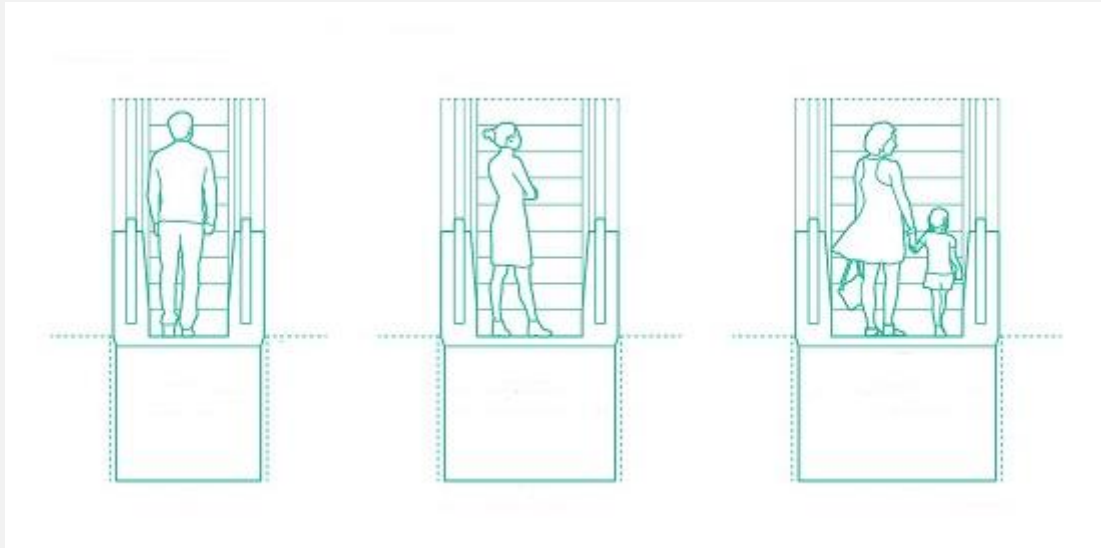
سرعت یک فاکتور مهم دیگر در طراحی پله برقی است. بازه مناسب برای سرعت پله برقی بین ۰/۵ تا ۰/۷۵ متر بر ثانیه است. هر چه سرعت حرکت پله برقی بالاتر در نظر گرفته شود، باید موتور قوی تری برای آن انتخاب گردد.



#۳-۳ پهنای پله برقی

عرض پله برقی تأثیر مستقیم در تعداد افرادی که می توانند با این وسیله جا به جا شوند، دارد. معمولاً سه عرض استاندارد برای پله برقی در نظر گرفته می شود که عبارت اند از:

- ۶۰۰ میلی متر: ۲۵۰۰ نفر در ساعت با سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه جا به جا می شوند.
- ۸۰۰ میلی متر: ۶۷۵۰ نفر در ساعت با سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه جا به جا می شوند.
- ۱۰۰۰ میلی متر: ۹۰۰۰ نفر در ساعت با سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه جا به جا می شوند.



#۳-۴ چیدمان پله برقی

بر اساس فضایی که در ساختمان در اختیار داریم و ترافیک افراد در عبور از پله برقی ها باید در خصوص چیدمان این تجهیز تصمیم گیری شود. به عنوان مثال در یک مرکز تجاری چندین پله برقی در مسیرهای رفت و برگشت باید در نظر گرفته شود. سه مدل اصلی برای چیدمان در طراحی پله برقی در یک ساختمان وجود دارد:

۱. مدل موازی

در این مدل دو پله برقی در مسیر رفت و برگشت به صورت موازی در کنار هم قرار می گیرند. این مدل معمولاً در ایستگاه های مترو و برخی مراکز خرید مشاهده می شود.



۲. مدل متقاطع

در این مدل از تجمع پله برقی ها در یک ناحیه خاص از ساختمان جلوگیری به عمل می آید. مدل متقاطع بیشتر در مراکز خرید استفاده می شوند. این شیوه چیدمان پله برقی باعث می شود که دید مناسبی به فروشگاه های موجود در مرکز تجاری برای افراد ایجاد شود. در نتیجه افراد به نوعی برای مشاهده و خرید محصولات ترغیب می شوند.



۳. مدل موازی چندگانه

این شیوه چیدمان تقریباً مدل خاصی از چیدمان موازی به شمار می‌رود. با این تفاوت که به جای دو پله برقی در دو جهت، سه پله برقی در کنار هم قرار می‌گیرند. دو تا از آن‌ها در یک جهت و یکی دیگر در جهت عکس حرکت می‌کند. بسته به ترافیک عبوری افراد می‌توان جهت حرکت پله برقی‌ها را تغییر داد.



#۳-۵ انتخاب محل نصب در طراحی پله برقی

در فرآیند طراحی پله برقی باید در خصوص محل نصب این تجهیز نیز تصمیم گیری کرد. به طور کلی پله برقی در ساختمان ها باید نزدیک به در ورودی اصلی باشد. علاوه بر آن افراد باید به کمک پله برقی به موقعیت های مهم و پرکاربرد ساختمان هدایت شوند. فضای خالی کافی در مجاورت سکوی فرود در بالا و پایین پله برقی باید وجود داشته باشد.



در مراکز خرید ترجیحا پله برقی را دور از فروشگاه های پربازدید قرار می دهند تا از تجمع در مقابل آن ها جلوگیری شود.