

Н.В.Ігнатченко, Горбатенко Ю.П.¹

¹ - Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПЕРІОДІВ РУХУ ЕСКАЛАТОРА

Перехідними періодами руху ескалатора є пуск і гальмування під час руху на підйом і опускання. Згідно з Правилами безпечної будови і експлуатації ескалаторів 0.00-1.06-77 до цих періодів висуваються спеціальні технічні вимоги, виконання яких забезпечує пасажирів під час перебування їх на ескалаторі.

Нами розроблена методика і виконані дослідження перехідних процесів ескалатора.

Моменти на валу двигуна при двигунному пуску на підйом і опускання ескалатора в загальному вигляді:

$$T_d = T_{ст} \pm T_{ін} \leq T_{ср},$$

де $T_{ін} = I_{зв} \cdot \varepsilon = I_{зв} \cdot \frac{\omega}{t_n}$ – зведений до вала електродвигуна момент інерції, Нм; T_d – момент, який розвиває електродвигун у період пуску, Нм; $T_{ст}$ – момент сил статичного опору, зведений до вала електродвигуна, Нм; $I_{зв}$ – зведений до вала електродвигуна момент інерції мас ескалатора, що рухаються обертально та поступально, кг · м²; ω – кутова швидкість вала двигуна, рад/с.

Знак «+» - рух на підймання, а знак «-» - рух на опускання.

Звідки тривалість пуску руху на підймання

$$t_n = \frac{I \cdot \omega}{T_d - T_{ст}}$$

У період пуску електродвигуна на опускання можливі два випадки:

якщо $T_{ст} > T_{ін}$, то

$$t_n = \frac{I \cdot \omega}{T_{ст} - T_d}$$

а це означає, що в період пуску електродвигун утримує ескалатор від прискореного руху під дією моменту сил статичного опору, який у цих умовах діє як рушійний момент;

якщо $T_{ст} < T_{ін}$, то

$$t_n = \frac{I \cdot \omega}{T_d + T_{ст}}$$

а це означає, що електродвигун працюватиме в двигунному режимі.

Моменти на валу двигуна при гальмуванні ескалатора під час руху на підймання і опускання:

$$T_d = T_{ст} \mp T_{ін} \leq T_{ср},$$

Знак «-» - рух на підймання, а знак «+» - рух на опускання.

Під час руху електродвигуна на підймання можливі два випадки:

якщо $T_{ст} > T_{ін}$, то

$$t_r = \frac{I \cdot \omega}{T_{ст} - T_d}$$

а це означає, що двигун у період гальмування під час руху на підймання працює у двигунному режимі;

якщо $T_{ст} < T_{ін}$, то

$$t_r = \frac{I \cdot \omega}{T_d + T_{ст}}$$

а це означає, що гальмування здійснюється електродвигуном або гальмами.

Тоді тривалість гальмування під час руху на опускання

$$t_r = \frac{I \cdot \omega}{T_d - T_{ст}}$$

Гальмування буває робоче і аварійне.

Особливий інтерес представляє аварійне гальмування номінально завантаженого ескалатора під час руху на підймання у разі раптового відключення електроенергії. В цьому випадку раптова зупинка машини призводить до падіння пасажирів. Правилами передбачений мінімальний гальмівний шлях (рух по інерції) сходового полотна з пасажирями $S_{г,м}$.

Для цього випадку $T_d = 0$, а баланс моментів, який повинен виконуватись, $T_{ін,г,а} > T_{ст,г,а}$, тобто

$$I_{зв,г,а} \frac{\omega_{ср}}{[t]} > T_{ст,г,а}$$

де $[t] = \frac{S_{г,а}}{\vartheta_{ср}} = \frac{2S_r}{\vartheta}$, с – час вільного (інерційного) вибігу сходового полотна з пасажирями.

За даних умов необхідний зведений до вала двигуна момент інерції рухомих мас ескалатора і пасажирів:

$$I_{зв,г,а} > \frac{T_{ст,г,а} \cdot t}{\omega_{ср}}$$

При цьому

$$I_{зв} = [(\delta - 1)(I_p + I_m) + I_{max}] u_p^2 \eta_m + m_{зв} R_0^2$$

де $\delta = 1,15$ - коефіцієнт, який у зведеному моменті інерції наближено враховує моменти інерції мас приводу ескалатора, що обертаються повільніше за вал електродвигуна;

I_p , кг·м² – момент інерції ротора електродвигуна;

I_m , кг·м² – момент інерції муфти з гальмовим шківом;

I_{max} , кг·м² – момент інерції маховика, встановленого на швидкохідному валу редуктора;

u_p – передатне число редуктора;

η_m – коефіцієнт корисної дії механізму;

$m_{зв}$, кг – зведена до вала електродвигуна маса рухомих елементів ескалатора і пасажирів на ньому;

R_0 , м – радіус зірочки (по ділильному колу).

Якщо умова $I_{зв.г.а} > \frac{T_{стг.а} \cdot t}{\omega_{ср}}$ не виконується, то потрібно додатково враховувати момент інерції маховика, який встановлюється на швидкохідному валу, величиною, визначною із формули для обчислення $I_{зв}$.

Наприклад, для машини з висотою транспортування $H=45$ м і швидкістю сходового полотна $v=0,75$ м/с, за данною методикою визначенні величини:

$$I_p=23,25 \text{ кг}\cdot\text{м}^2; I_M=8,27 \text{ кг}\cdot\text{м}^2; I_{\max}=9,49 \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

З даного дослідження робимо висновок: для гарантування безпечного перебування пасажирів у період аварійного відключення електроенергії при проектуванні машин потрібно ставити на перший план розрахунок зведеного до осі головного вала момента інерції.

Список використаних джерел:

1. В.С.Бондарев, О.І. Дубинець, М.П. Колісник, С.В. Бондарев, Ю.П. Горбатенко, В.Я. Барабанов - Підйомно-транспортні машини - Київ:«Вища Школа», 2009.
2. С.В.Бондарев, Ю.П.Горбатенко, О.В.Закорач. Динамічні характеристики ланцюгового тягового органа// Науково-виробничий журнал "Промислове будівництво та інженерні споруди" 2014 - №4 - с.44-47.