

О.В. Чевпілов, Ю.П.Горбатенко¹

1 – Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, м. Київ

ВРАХУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИВІДНОГО ДВИГУНА В ДИНАМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ЛІФТОВОЇ УСТАНОВКИ

Результати динамічних досліджень коливних процесів, що супроводжують перехідні процеси (пуск і гальмування) ліфта необхідні для налаштування системи керування приводом., оцінки ресурсів деталей і вузлів машини.

Привідний двигун ліфта є невід’ємною складовою динамічної моделі електромеханічної системи його. Рівняння характеристик двигуна разом із рівнянням руху решти мас системи спільно розв’язуються при оцінці динамічних параметрів машини.

У приводі лебідки ліфта використовується двошвидкісний електродвигун з короткозамкненим ротором 4АМН160S6/18НЛБУЗ

Характеристика №1:

$$N = 3 \text{ кВт}; n_0 = 1000 \text{ об/хв}; \omega_0 = 104,7 \text{ рад/с}; n_n = 950 \text{ об/хв}; \omega_n = 99,48 \text{ рад/с}.$$

Пусковий момент

$$M_{\text{п}} = 78 \dots 94,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Максимальний момент

$$M_{\text{max}} = M_{\text{к}} = 86 \dots 108 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Номінальне ковзання:

$$S_{\text{н}} = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05.$$

Номінальний момент:

$$M_{\text{н}} = \frac{N}{\omega_n} = \frac{3000 \text{ Вт}}{99,48 \text{ рад/с}} = 30,2 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Прийmemo $M_{\text{к}} = 108 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при цьому $S_{\text{к}} = 0,5$.

Статична характеристика двигуна описується формулою Клоса:

$$M_{\text{дв}} = \frac{2M_{\text{к}}}{\frac{S_{\text{к}} - S}{S} = \frac{S}{S_{\text{к}}}},$$

де $S = \frac{\omega_0 - \varphi}{\omega_0}$ - поточне ковзання двигуна,

φ - Кутова швидкість ротора двигуна, рад/с;

При $|S| \leq 0,5$ $S_{\text{к}}$ найбільш точно перехідні процеси у двигуні описуються рівнянням динамічної характеристики:

$$T_3 M_{\text{дв}} + M_{\text{дв}} = \frac{2M_{\text{к}}}{\frac{S_{\text{к}} - S}{S} = \frac{S}{S_{\text{к}}}}$$

$T_3 = \frac{1}{\omega_c S_{\text{к}}} = \frac{1}{314,16 \cdot 0,5}$ - електромагнітна постійна часу двигуна ;

$\omega_c = 2\pi f_c = 2 \cdot 3,1416 \cdot 50 = 314,16 \text{ рад/с}$ - кругова частота мережі

f_c - частота струму в мережі

Оскільки при пусках і генераторних гальмуваннях умова $|S| \leq 0,5$ $S_{\text{к}}$ не зберігається і крім того постійна часу двигуна дуже мала $T_3 M_{\text{дв}} \approx 0$, для аналізу перехідних процесів у системі ліфта використовуємо характеристику двигуна по формулі Клоса.

Рівняння характеристики №1:

$$M_{\text{дв}} = 1,0315(104,7 - \varphi_2)/(0,25 + (1 - \varphi_2/104,7)^2).$$

Контрольні точки характеристики двигуна по приведеному нижче рівнянню.

Холостий хід

$$S = 0 \quad \omega = 104,7 \text{ рад/с} \quad M_{\text{дв}} = 0 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Номінальний режим

$$S = 0,07\omega = 97,37 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = 30 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Максимальний момент двигуна

$$S = 0,5\omega = 52,38 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = 108 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Пуск двигуна

$$S = 1\omega = 0 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = 86 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Рівняння досить точно описує характеристику двигуна. Помилка характеристики – номінальне ковзання не 5%, а 7% (помилка 2%) у межах точності моделювання.

Характеристика двигуна №2

$$N = 1 \text{ кВт}; n_0 = 333 \text{ об/хв}; \omega_0 = 34,87 \text{ рад/с}; n_H = 280 \text{ об/хв}; \omega_H = 29,32 \text{ рад/с.}$$

Номінальне ковзання

$$S_H = \frac{\omega_0 - \omega_H}{\omega_0} = \frac{34,87 - 29,32}{34,87} = 0,159.$$

Пусковий момент

$$M_{\text{п}} \geq 63,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Максимальний момент

$$M_{\text{max}} \geq 63,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Найбільший момент у режимі генераторного гальмування

$$M_{\text{max.ген}} \geq - (86 \dots 108) \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Номінальний момент двигуна:

$$M_H = \frac{N}{\omega_H} = \frac{1000}{29,32} = 34 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Приємомо найбільший момент у режимі генераторного гальмування:

$$M_{\text{max}} = -108 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

При цьому ковзання складає

$$S = -0,985.$$

Рівняння характеристики №2

$$M_{\text{дв}} = 6,1(34,87 - \varphi_2) / (0,97 + (1 - \varphi_2/34,87)^2).$$

Контрольні точки характеристики двигуна по приведенному рівнянню (у режимі генераторному):

$$S = 0 \quad \omega = 34,87 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = 0 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$S = -0,159 \quad \omega = 40,41 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = -34 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$(S = 0,159 \quad \omega = 29,32 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = 34 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$S = -0,985 \quad \omega = 69,22 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = -108 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$S = -1,5 \quad \omega = 87,18 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = -99,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$S = 2 \quad \omega = 104,7 \text{ рад/с} M_{\text{дв}} = -85,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$(M_{\text{дв}} = -85,6 \text{ Н}\cdot\text{м} \text{ складає } 80\% \text{ від } M_{\text{дв}} = -108 \text{ Н}\cdot\text{м}).$$

За результатами розрахунків будемо статичні характеристики привідного двигуна (рис. 1).

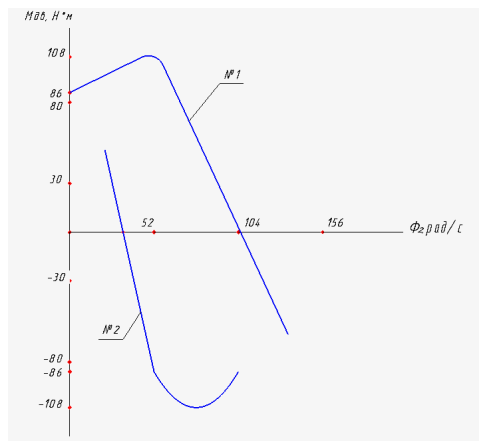


Рис 1. Статичні характеристики двошвидкісного двигуна 4АМН160S6/18НЛБУЗ.

ВИСНОВКИ: при аналізі режимів пуску приводу виконується інтегрування системи рівнянь руху мас динамічної моделі ліфта спільно з рівнянням характеристики двигуна №1; при аналізі режимів генераторного гальмування приводу виконується інтегрування системи рівнянь руху спільно з рівнянням характеристики двигуна №2; при аналізі режимів механічного гальмування (з використанням колодкового гальма) характеристики двигуна не використовуються, момент двигуна у другому рівнянні замінюється гальмівним моментом, що розвивається механічним гальмом.

Список використаних джерел:

1. В.С. Бондарев, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин
2. С.В. Бондарев, Ю.П.Горбатенко, О.В.Закора: Дослідження перехідних процесів в електромеханічній системі пасажирського ліфта з використанням програмної системи MATLAB, стор 228-233. Вісник НТУУ «КПІ»: Машинобудування
3. Г.Г. Архангельский, Д.П. Волков, Э.А. Горбунов, А.А. Ионов, В.Я. Ткаченко, П.И. Чугчиков. Лифты. – 1999.