

## ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КІНЕМАТИЧНО ЗВ'ЯЗАНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Хандола Ю. М.<sup>1</sup>, Гльічов І. П.<sup>1</sup>, Серета А. І.<sup>1</sup>, Федюшко Ю. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,  
<sup>2</sup>Таврійський державний агротехнічний університет

*У статті розглянуто питання економії електричної енергії під час роботи кінематично зв'язаних електроприводів за рахунок вирівнювання навантажень.*

**Постановка проблеми.** Зростаючі технологічні вимоги до якості виробничих процесів та необхідність упровадження високих технологій обумовлюють стійку тенденцію впровадження у різноманітні галузі сільськогосподарського виробництва регульованих електроприводів.

Енергозбереження стало одним з пріоритетних напрямів технічної політики. Воно дозволяє виявити шляхи економії електричної енергії при роботі кінематично зв'язаних електроприводів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Енергозбереження є найбільш дешевим та безпечним способом збільшення енергозберігаючих потужностей, так як затрати на економію 1 кВт потужності обходяться в 4-5 разів дешевше, ніж вартість 1 кВт потужності, що вводиться. У різних джерелах викладено ряд питань, пов'язаних з можливостями енергозбереження при використанні регульованих асинхронних електроприводів. Розглянуті схеми рішення, що забезпечують енергозбереження під час управління різноманітними технологічними процесами та виробничими механізмами.

**Мета статті.** Дослідити шляхи економії електричної енергії під час роботи кінематично зв'язаних електроприводів.

**Основні матеріали дослідження.** Постійні втрати асинхронного електроприводу не залежать від його навантаження й залишаються сталими при незмінній швидкості. Змінні втрати, до яких відносяться втрати в міді статора і ротора, залежать від навантаження. Є механізми, в яких навантаження електропривода залежить від його характеристики.

Також є машини і механізми, електропривід яких виконують дводвигунними для зменшення їх моменту інерції, що дозволяє покращити динаміку процесів. У всіх цих механізмах швидкість обертання ротора однакова, а розподілення навантаження нерівномірне.

Причиною нерівномірності навантаження електродвигунів являється незначна відмінність механічних статичних характеристик електродвигунів.

Механічні характеристики двох однакових асинхронних електродвигунів живленні їх від мережі приведені на рис. 1.

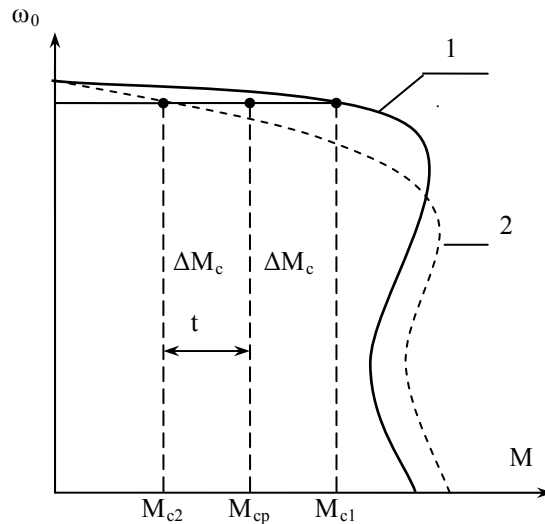


Рисунок 1 – Розподіл моменту навантаження між двома електродвигунами, що працюють паралельно:  
1 – механічна характеристика першого електродвигуна; 2 – механічна характеристика другого електродвигуна

За однакової частоти обертання моменти електродвигунів визначаються виразами:  
- для першого електродвигуна

$$M_{c1} = M_{c.cp} + \Delta M_c \quad (1)$$

- для другого електродвигуна

$$M_{c2} = M_{c.cp} - \Delta M_c, \quad (2)$$

де  $M_{c.cp}$  - середнє значення статичного моменту;

$\Delta M_c$  - відхилення статичного моменту від середнього значення.

$$M_{c.sp} = \frac{M_{c1} + M_{c2}}{2} \quad (3)$$

В регульованих електроприводах буде спостерігатися аналогічна ситуація. Причиною такого явища є різниця в налаштуваннях систем керування.

Оцінимо вплив нерівномірності поділу навантажень на втрати енергії в електродвигуні. Виразимо змінні втрати енергії через механічні змінні:

$$\Delta P_M = M \omega_0 S (1 + \alpha), \quad (4)$$

$$\text{де } \alpha = \frac{R_1}{R_2}$$

Якщо електродвигун працює на лінійній ділянці механічної характеристики, то ковзання електродвигуна виразимо через його момент:

$$S = \frac{M}{\beta \omega_0}, \quad (5)$$

де  $\beta$  - жорсткість механічної характеристики на лінійній ділянці.

Тоді

$$\Delta P_M = \frac{1 + \alpha}{\beta} \cdot M^2 \quad (6)$$

Втрати в міді у номінальному режимі роботи електродвигуна  $M = M_n$  складають

$$\Delta P_M = \frac{1 + \alpha}{\beta} \cdot M_n \quad (7)$$

При роботі електродвигуна з моментом відмінним від номінального, втрати в міді визначаємо за виразом

$$\Delta P_M = \Delta P_{M.n} \left( \frac{M}{M_n} \right)^2 \quad (8)$$

Тоді втрати в міді для першого електродвигуна складають

$$\Delta P_M = \Delta P_{M.1} \left( \frac{M_{c.sp} + \Delta M_c}{M_n} \right)^2 \quad (9)$$

для другого двигуна складають

$$\Delta P_M = \Delta P_{M.2} \left( \frac{M_{c.sp} - \Delta M_c}{M_n} \right)^2 \quad (10)$$

Сумарні втрати в двох електродвигунах складуть

$$\Delta P_{M\Sigma} = 2\Delta P_{M.n} \cdot \frac{M_{c.sp}^2 + M_c^2}{M_n^2} \quad (11)$$

Якщо електродвигуни завантажені однаково, то сумарні втрати в двох електродвигунах дорівнюють

$$\Delta P_{M\Sigma_{ооп}} = 2\Delta P_{M.n} \cdot \frac{M_{c.sp}^2}{M_n^2} \quad (12)$$

Очевидно, що вони будуть меншими на величину додаткових втрат.

$$\Delta P_{M\Sigma_{ооп}} = 2\Delta P_{M.n} \cdot \frac{M_c^2}{M_n^2} \quad (13)$$

**Висновки.** За рахунок вирівнювання навантажень кінематично зв'язаних асинхронних електродвигунів, є можливість економії електричної енергії.

#### Список використаних джерел

1. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособ. для вузов / И. Я. Брамлиевский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков. – М.: Издательский центр "Академия", 2004. – 256 с.
2. Гаврилюк І. А. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола – Харків: Факт, 2008. – 582 с.
3. Гайдукевич В. И. Случайные нагрузки силовых электроприводов / В. И. Гайдукевич, В. С. Титов – М.: Наука, 1983. – 161 с.

#### Аннотация

#### ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КИНЕМАТИЧЕСКИ СВЯЗАННЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Хандола Ю. Н., Ильичёв И. П., Серёда А. И., Федюшко Ю. М.

*В статье рассмотрены вопросы экономии электрической энергии при работе кинематически связанных электроприводов за счет выравнивания нагрузок.*

#### Abstract

#### ENERGY EFFICIENCY OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVES OF KINEMATICS

Yu. Handola, I. Illichov, A. Sereda, Yu. Fediushko

*In the article the question of economy of electric energy is considered during work of the kinematics constrained electromechanics due to smoothing of loading.*