

Предложено использование потоков информации функционирования автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ), внедренных на подстанциях напряжением 110(35)/10 кВ, для прогнозирования электрических нагрузок подстанций в процессе их эксплуатации.

Дистанционный сбор информации, суточные почасовые графики, базы данных, прогнозирование, регрессионная зависимость, статистические ряды, фактическая и прогнозная температура, ретроспективная и перспективная нагрузка.

Supposed to use the flow of information Automatic system of electrical energy record and control functioning embedded in substations with voltage of 110 (35) / 10 kV, for forecasting electrical loads substations during their operation.

Remote sensing of information, per diem and the hourly graphics, databases, forecasting, regression dependence, statistical series, the actual and forecasted temperature, retrospective and prospective load.

УДК 621.327.539

ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКРЕБКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ

***В.Ю. Рамш, кандидат технічних наук
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»***

Проведено дослідження впливу несиметрії напруг на кутову швидкість, технологічні та енергетичні характеристики скребкових транспортерів. Встановлено залежності продуктивності транспортера та втрат потужності від коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю.

Скребковий транспортер, електропривод, несиметрія напруг, продуктивність, втрати потужності.

Несиметрія напруг несприятливо позначається на роботі і терміні служби асинхронних двигунів. Внаслідок несиметрії напруг зменшується момент асинхронного двигуна та зростають втрати енергії. Струм зворотної послідовності викликає додатковий нагрів ротора і статора, що призводить до швидкого старіння ізоляції і зменшення потужності двигуна.

Внаслідок несиметрії напруг змінюється кутова швидкість двигуна, яка, в свою чергу, обумовлює зміну технологічних та енергетичних характеристик робочих машин [2].

Мета досліджень – встановлення впливу несиметрії напруг на технологічні та енергетичні характеристики скребкових транспортерів.

Матеріали та методика досліджень. Аналіз зміни кутової швидкості електроприводів скребкових транспортерів та втрат енергії при несиметрії напруг проводився з використанням положень теорії електропривода, які стосуються електромеханічних властивостей асинхронних електродвигунів, приводних характеристик робочих машин і механізмів, енергетики усталених режимів електроприводів та застосуванням математичного моделювання.

При експериментальних дослідженнях в одну із фаз статора електродвигуна вмикали реостат. Напругу вимірювали вольтметрами у кожній фазі двигуна. За показами вольтметрів визначали коефіцієнт несиметрії напруг за зворотною послідовністю.

Експериментально визначали кутову швидкість і продуктивність скребкового транспортера ТС-40С при різних значеннях коефіцієнта несиметрії напруг та визначали втрати потужності.

Результати досліджень. При несиметрії напруг внаслідок дії напруги зворотної послідовності зменшується момент двигуна і змінюється жорсткість механічної характеристики. Оскільки двигун працює на робочій ділянці механічної характеристики, то [1]

$$M_d = \beta_{\text{днс}} (\omega_0 - \omega), \quad (1)$$

де M_d – момент двигуна, Н·м; $\beta_{\text{днс}}$ – жорсткість механічної характеристики електродвигуна при несиметрії напруг, Н·м·с; ω_0 – синхронна кутова швидкість, с⁻¹; ω – задана кутова швидкість, с⁻¹.

Механічна характеристика скребкового транспортера описується рівнянням [2]:

$$M_c = M_{\text{сн}}, \quad (2)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини при заданій кутовій швидкості, Н·м; $M_{\text{сн}}$ – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості, Н·м.

В усталеному режимі роботи

$$\beta_{\text{днс}} (\omega_0 - \omega) = M_{\text{сн}}, \quad (3)$$

або

$$\beta_{\text{днс}} (\omega_0 - \omega_n \omega^*) = \beta_d (\omega_0 - \omega_n), \quad (4)$$

де $\omega^* = \omega / \omega_n$ – кутова швидкість у відносних одиницях; β_d – жорсткість механічної характеристики електродвигуна при симетричній нарузі, Н·м·с.

З рівняння (4) після перетворень отримаємо:

$$\omega^* = \frac{\omega_0}{\omega_n} \left(1 - \frac{1}{\beta_{\text{днс}^*}} \right) + \frac{1}{\beta_{\text{днс}^*}}, \quad (5)$$

де ω_n – номінальна кутова швидкість двигуна, с⁻¹; $\beta_{\text{днс}^*} = \beta_{\text{днс}} / \beta_d$ – жорсткість механічної характеристики двигуна у відносних одиницях.

Залежність жорсткості механічної характеристики електродвигуна АИР90L4, який застосовується для привода скребкового транспортера ТС-40С, від коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю описується рівнянням [3]:

$$\beta_{\text{днк}^*} = 1 - 0,057K_{2u}, \quad (6)$$

де K_{2u} – коефіцієнт несиметрії напруг за зворотною послідовністю.

Тоді залежність кутової швидкості транспортера від коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю матиме вигляд:

$$\omega_* = \frac{1 - 0,061K_{2u}}{1 - 0,057K_{2u}}. \quad (7)$$

Таким чином, для скребкових транспортерів зміна кутової швидкості обернено пропорційна жорсткості механічної характеристики двигуна. Зростання коефіцієнта несиметрії напруг призводить до зменшення кутової швидкості двигуна.

Оскільки у скребкових транспортерів продуктивність прямо пропорційна кутовій швидкості

$$Q_* = \omega_*, \quad (8)$$

то для транспортера ТС-40С залежність продуктивності від коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю матиме вигляд (рис. 1):

$$Q_* = \frac{1 - 0,061K_{2u}}{1 - 0,057K_{2u}}. \quad (9)$$

Несиметрія напруг викликає зміну втрат потужності в двигуні. При цьому постійні втрати змінюються несуттєво, тому можна вважати, що

$$\Delta P_{\text{снс}} \approx \Delta P_c, \quad (10)$$

де $\Delta P_{\text{снс}}$ – постійні втрати потужності при несиметрії напруг, Вт; ΔP_c – постійні втрати при симетричній напрузі, Вт.

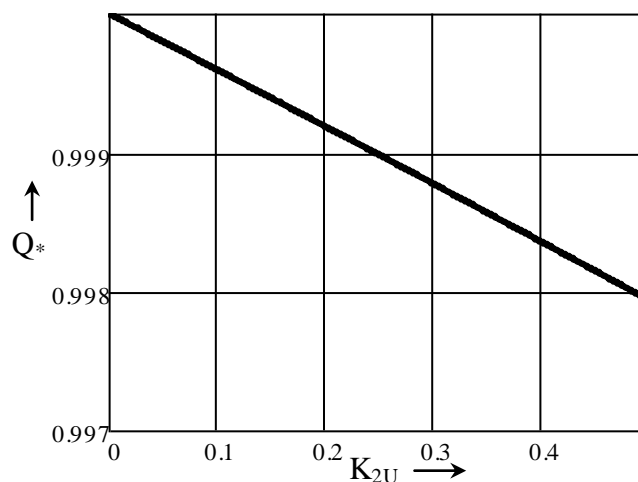


Рис. 1. Залежність продуктивності транспортера ТС-40С від коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю

Змінні втрати потужності в асинхронному двигуні визначаються за формулою [1]:

$$\Delta P_v = \Delta P_{v2} + \Delta P_{v1} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) M(\omega_0 - \omega), \quad (11)$$

де ΔP_{v2} , ΔP_{v1} – змінні втрати потужності в колах ротора і статора, Вт; R_1 – активний опір обмотки ротора, Ом; R_2' – опір обмотки ротора, зведений до обмотки статора, Ом; M – момент двигуна, Н·м; ω_0 – синхронна кутова швидкість, c^{-1} .

У скребкового транспортера момент статичних опорів робочої машини не залежить від кутової швидкості, тобто $M_c = const$. Тоді вираз (11) при несиметрії напруг запишеться у вигляді:

$$\Delta P_v = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'}\right) \frac{M_c^2}{\beta_{\text{днс}}}, \quad (12)$$

або

$$\Delta P_v = \frac{\Delta P_{\text{вн}}}{\beta_{\text{днс}^*}}. \quad (13)$$

Тоді загальні втрати потужності в асинхронному електродвигуні при несиметрії напруг

$$\Delta P = \Delta P_c + \Delta P_v = \Delta P_{\text{вн}} \left(\alpha + \frac{1}{\beta_{\text{днс}^*}} \right). \quad (14)$$

Отже, при несиметрії напруг втрати в двигуні зростають, оскільки зменшується коефіцієнт жорсткості механічної характеристики двигуна.

Для скребкового транспортера ТС-40С залежність втрат потужності від коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю має вигляд (рис. 2):

$$\Delta P = \Delta P_c + \Delta P_v = \Delta P_{\text{вн}} \left(\alpha + \frac{1}{1 - 0,057 K_{2u}} \right). \quad (15)$$

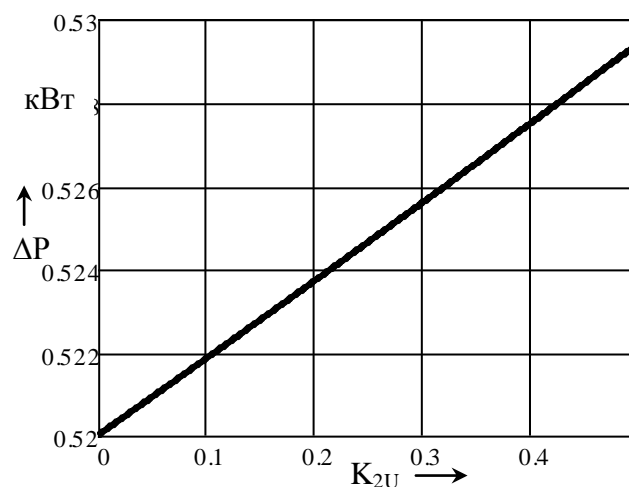


Рис. 2. Залежність втрат потужності від коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю для транспортера ТС-40С

Як впливає із наведеної залежності, зростання коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю викликає збільшення втрат енергії в електродвигуні.

Висновки

Несиметрія напруг призводить до зменшення жорсткості механічної характеристики електродвигуна, зниження кутової швидкості та продуктивності скребкових транспортерів. При цьому зростають втрати енергії в електродвигуні.

Список літератури

1. Електропривод / [Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І. та ін.]; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.
2. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній / [Жулай Є.Л., Зайцев Б.В., Лавріненко Ю.М. та ін.]; за ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.
3. Синявський О.Ю. Вплив несиметрії напруг на кутову швидкість асинхронних електроприводів / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко // Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Механізація та електрифікація сільського господарства". – Глеваха: ННЦ "ІМЕСГ", 2013. – Вип. 97, т. 2 – С. 228–233.

Проведено исследование влияния несимметрии напряжений на угловую скорость, технологические и энергетические характеристики скребковых транспортеров. Установлены зависимости производительности транспортера и потерь мощности от коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности.

Скребокый транспортер, електропривод, несиметрия напругий, производительность, потери мощности.

The studies of effect of voltage unbalance on the angular speed, technological and energy characteristics of conveyor are carried out. The dependences of the conveying capacity and power loss coefficient of voltage unbalance on the reverse sequence are established.

Conveyor, electric drive, voltage unbalance, performance, power loss.