

адитивності. З ймовірнісного трактування інформаційної ентропії можуть бути виведені основи розподілу статистичної фізики: канонічний розподіл Гіббса, який відповідає максимальному значенню інформаційної ентропії.

Висновки

Ентропія є суттєвою характеристикою незворотності в усіх областях оточуючого нас світу. Вона також є критерієм ступеня інформативності явищ.

Список літератури

1. Арнольд Н.И. Математические методы классической механики / Арнольд Н.И. – М.: Наука, 1974. – 431 с.
2. Боголюбов Н.Н. Избранные труды в трех томах. Т.2 / Боголюбов Н.Н. – К.: Наук. думка, 1969. – 647 с.
3. Колмогоров А.Н. ДАН СССР/ Колмогоров А.Н. – М., 1959, –т.124. –754 с.
4. Колмогоров А.Н. ДАН СССР/ Колмогоров А.Н. – М., 1958, – т.119. – 861с.
5. Новиков И.И. Термодинамика / Новиков И.И. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
6. Фаулер Р. Статистическая термодинамика / Р. Фаулер, Э. Гуггенгейм; пер. с англ. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1949. – 614 с.
7. Форд Дж. Лекции по статистической механике / Форд Дж.; пер. с англ. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1965. – 307 с.
8. Эренфест П. Сборник статей / Эренфест П. – М.: Наука, 1972. – 960 с.
9. Чирников Б.В. Исследования по теории нелинейного резонанса к стохастичности / Чирников Б.В. – Новосибирск: Преп. ИЯФ, №267, 1969.

Приведен обобщенный анализ отдельных закономерностей энтропии, относящиеся к статической и неравновесной термодинамике.

Статистическая физика, теория информации, равновесное (неравновесное) состояние, изоморфизм.

An analysis of individual patterns of generalized entropy, related to static and non-equilibrium thermodynamics.

The statistical physics, information theory, the equilibrium (nonequilibrium) state, isomorphism.

УДК 621.327.539

ВТРАТИ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ З УДАРНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ПРИ ВІДХИЛЕННІ НАПРУГИ І ЧАСТОТИ СТРУМУ

О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, кандидати технічних наук

Проведено дослідження енергетичних показників роботи електропривода з ударним навантаженням при відхиленні напруги і частоти струму. Встановлено залежності втрат енергії від напруги і частоти струму.

© О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, 2012

Електропривод, напруга, частота струму, асиметрія напруги, ударне навантаження, втрати енергії.

Визначення енергетичних показників роботи електропривода в перехідних режимах має важливе значення, оскільки у цих режимах струми в обмотках двигуна значно перевищують номінальні значення і спричиняють підвищення втрат енергії, чим суттєво впливають на нагрівання двигуна. Особливо важливе значення має визначення втрат електроенергії в перехідних режимах для електроприводів з ударним навантаженням, у яких динамічний режим є основним і вони практично не виходять із перехідних режимів.

Мета досліджень – встановлення залежності втрат енергії від напруги і частоти струму в електроприводах, які працюють з ударним навантаженням.

Матеріали та методика досліджень. Аналіз втрат електроенергії в електроприводах, які працюють з ударним навантаженням, проведено з використанням положень теорії електропривода, які стосуються електро-механічних властивостей двигунів, енергетики перехідних процесів в електроприводах та застосуванням математичного моделювання.

Результати досліджень. При ударному навантаженні момент статичних опорів робочої машини стрибкоподібно змінюється від $M_{поч}$ до M_c . В асинхронних електродвигунах цей перехідний процес відбувається на робочій ділянці механічної характеристика електродвигуна, яка описується, як і для двигунів постійного струму незалежного і паралельного збудження, лінійною залежністю [1]:

$$M_{\delta} = \beta_{\delta}(\omega_0 - \omega), \quad (1)$$

де M_{δ} – момент електродвигуна, Н·м; β_{δ} – жорсткість механічної характеристики електродвигуна, Н·м·с; ω_0 – синхронна кутова швидкість, с⁻¹; ω – задана кутова швидкість, с⁻¹.

У цьому випадку кутова швидкість електродвигуна змінюється за законом:

$$\omega = \omega_c(1 - e^{-t/T_M}) + \omega_{поч} e^{-t/T_M}. \quad (2)$$

де t – час, с; T_M – електромеханічна стала часу, с.

У перехідних режимах змінні втрати значно перевищують постійні [1], тому для визначення втрат енергії скористаємося формулою:

$$\Delta A_{vc} = \int_0^t M(\omega_0 - \omega) dt = \int_0^{t_n} M_c(\omega_0 - \omega) dt + J \left((\omega_0(\omega_{кін} - \omega_{поч}) + \frac{\omega_{кін}^2 - \omega_{поч}^2}{2}) \right). \quad (3)$$

У початковий момент часу момент двигуна:

$$M_{поч} = \beta_{\delta}(\omega_0 - \omega_{поч}), \quad (4)$$

звідки початкова кутова швидкість часу становитиме:

$$\omega_{поч} = \omega_0 - \frac{M_{поч}}{\beta_{\delta}}. \quad (5)$$

Момент двигуна у кінцевий момент часу:

$$M_{кін} = \beta_{\delta}(\omega_0 - \omega_{кін}), \quad (6)$$

звідки кутова швидкість двигуна у кінцевий момент часу визначиться за формулою:

$$\omega_{\text{ноч}} = \omega_0 - \frac{M_{\text{кін}}}{\beta_{\delta}}. \quad (7)$$

Якщо вирази (5) і (7) підставити у формулу (3), то після перетворень отримаємо:

$$\Delta A_{\text{vc}} = \int_0^{t_{\text{кін}}} M_c (\omega_0 - \omega) dt + \frac{J}{2\beta_{\delta}^2} (M_{\text{ноч}}^2 - M_{\text{кін}}^2). \quad (8)$$

Складову втрат енергії, викликану зміною навантаження, визначимо, підставивши у формулу (3) вираз для кутової швидкості (2):

$$\begin{aligned} \int_0^{t_{\text{кін}}} M (\omega_0 - \omega) dt &= \int_0^{t_{\text{кін}}} M_c (\omega_0 - \omega_c (1 - e^{-t/T_m}) - \omega_{\text{ноч}} e^{-t/T_m}) dt = \\ &= M_c \int_0^{t_{\text{кін}}} \left(\omega_0 - \left(\omega_0 - \frac{M_c}{\beta_{\delta}} \right) (1 - e^{-t/T_m}) - \omega_{\text{ноч}} e^{-t/T_m} \right) dt. \end{aligned} \quad (9)$$

Після перетворень отримаємо:

$$\int_0^{t_{\text{кін}}} M (\omega_0 - \omega) dt = \frac{M_c}{\beta_{\delta}} [M_c t_{\text{кін}} + T_m (M_{\text{ноч}} - M_c) (1 - e^{-t_{\text{кін}}/T_m})]. \quad (10)$$

Тоді втрати енергії в електроприводі з двигунами постійного струму незалежного і паралельного збудження, який працює з ударним навантаженням, становитимуть:

$$\Delta A_{\text{vc}} = \frac{T_m}{2\beta_{\delta}} (M_{\text{ноч}}^2 - M_{\text{кін}}^2) + \frac{M_c}{\beta_{\delta}} [M_c t_{\text{кін}} + T_m (M_{\text{ноч}} - M_c) (1 - e^{-t_{\text{кін}}/T_m})]. \quad (11)$$

Коли у кінцевий момент часу момент двигуна досягає усталеного значення, тобто $M_{\text{кін}} = M_c$, то вираз (11) прийме вигляд:

$$\Delta A_{\text{vc}} = \frac{T_m}{2\beta_{\delta}} (M_{\text{ноч}}^2 - M_c^2) + \frac{M_c^2}{\beta_{\delta}} t_{\text{кін}} + T_m \frac{M_c}{\beta_{\delta}} (M_{\text{ноч}} - M_c) (1 - e^{-t_{\text{кін}}/T_m}). \quad (12)$$

Оскільки електромеханічна стала часу, час перехідного процесу і жорсткість механічної характеристики двигуна при ударному навантаженні не залежать від напруги, то втрати енергії в електроприводі з двигунами постійного струму незалежного і паралельного збудження, які працюють з ударним навантаженням, при відхиленні напруги залишаються незмінними.

Для асинхронних двигунів змінні втрати енергії визначають як:

$$\Delta A_v = \int_0^{t_n} M (\omega_0 - \omega) \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) dt, \quad (13)$$

де R_1 – активний опір обмотки статора, Ом; R_2' – зведений активний опір обмотки ротора, Ом.

Тоді втрати енергії в асинхронному електроприводі з ударним навантаженням становитимуть:

$$\Delta A_{\text{vc}} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left[\frac{T_m}{2\beta_{\delta}} (M_{\text{ноч}}^2 - M_c^2) + \frac{M_c^2}{\beta_{\delta}} t_{\text{кін}} + T_m \frac{M_c}{\beta_{\delta}} (M_{\text{ноч}} - M_c) (1 - e^{-t_{\text{кін}}/T_m}) \right]. \quad (14)$$

При ударному навантаженні електромеханічна стала часу, час перехідного процесу і жорсткість механічної характеристики двигуна не залежать від частоти струму, тому втрати енергії в асинхронному електроприводі залишаються незмінними.

При відхиленні напруги змінюється жорсткість механічної характеристики електродвигуна, відповідно, змінюється й електромеханічна стала часу:

$$T_m = \frac{J}{\beta_o U_*^2} = \frac{T_{MH}}{U_*^2}, \quad (15)$$

де J – момент інерції електропривода, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$; T_{MH} – електромеханічна стала часу двигуна при номінальній напрузі, с.

Тоді втрати енергії в асинхронному електроприводі з ударним навантаженням визначатимуться за формулою:

$$\Delta A_{vc} = \frac{1}{\beta_o U_*^4} \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left[\frac{T_{MH}}{2} (M_{поч}^2 - M_c^2) + M_c^2 t_{кин} + T_{MH} M_c (M_{поч} - M_c) (1 - e^{-U_*^2 t / T_{MH}}) \right]. \quad (16)$$

Таким чином, втрати енергії в асинхронному електроприводі з ударним навантаженням обернено пропорційні напрузі у четвертій степені. При зниженні напруги вони зростають, а при підвищенні – зменшуються.

При асиметрії напруги втрати енергії в асинхронному електроприводі, який працює з ударним навантаженням, визначаються за формулою:

$$\Delta A_{vc} = \frac{1}{\beta_{\partial a}} \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \left[\frac{T_{Ma}}{2} (M_{поч}^2 - M_c^2) + M_c^2 t_{кин} + T_{Ma} M_c (M_{поч} - M_c) (1 - e^{-t / T_{Ma}}) \right], \quad (17)$$

де $\beta_{\partial a}$ – жорсткість механічної характеристики електродвигуна при асиметрії напруги; T_{Ma} – електромеханічна стала часу при асиметрії напруги.

Як впливає із формули (17), при асиметрії напруги втрати енергії в асинхронному електроприводі з ударним навантаженням зростають порівняно із симетричним режимом роботи.

Висновки

Втрати енергії в електроприводах з двигунами постійного струму незалежного і паралельного збудження, які працюють з ударним навантаженням, при відхиленні напруги не змінюються.

В асинхронних електроприводах, які працюють з ударним навантаженням, втрати енергії при відхиленні частоти струму не змінюються, при зниженні напруги вони зростають, а при підвищенні – зменшуються пропорційно четвертій степені напруги.

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. Ключев В.И. Теория электропривода / Ключев В.И. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 560 с.
3. Чиликин М.Г. Теория автоматизированного электропривода / Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. – М.: Энергия, 1979. – 616 с.

Проведены исследования энергетических показателей работы электропривода с ударной нагрузкой при отклонении напряжения и частоты тока. Установлены зависимости потерь энергии от напряжения и частоты тока.

Электропривод, напряжение, частота тока, асимметрия напряжения, ударная нагрузка, потери энергии.

Investigations of the energy performance of electric drive are conducted with the shock to the load when you reject a voltage and frequency. The dependences of the energy loss of voltage and frequency are set.

Electric drive, voltage, current frequency, voltage asymmetry, shock loading, loss of energy.

УДК 004.6

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ГАЛУЗІ РОСЛИННИЦТВА

О.М. Ткаченко, кандидат технічних наук

Розглянуто проблематику створення комплексної системи інформаційно-аналітичного забезпечення суб'єктів господарювання у галузі рослинництва.

Інформаційна система, агротехнологічні операції, прийняття рішень, управління, база даних.

Рослинництво є однією з найбільш ємких в матеріально-товарному відношенні серед аграрно-орієнтованих галузей України та важливим з точки зору постачання сировини для інших галузей (тваринництво, переробка).

З огляду на світові тенденції у продовольчих потребах зростаючу роль України як важливого гравця на аграрних світових ринках, впровадження інноваційних технологій у сільськогосподарській галузі та агробізнесі є актуальним і таким залишиться на найближчі десятиліття. Одним із інноваційних шляхів є впровадження комплексних інформаційних систем підтримки прийняття рішень у галузі сільського господарства з використанням новітніх інформаційних технологій, зокрема геоінформаційних систем, інтелектуальних систем управління тощо [3].

На базі Українського ННІ інформаційного і телекомунікаційного забезпечення агропромислової та природоохоронної галузей економіки НУ-БіП України та в партнерстві з НВП "Кривбасакадемінвест" [1] завершується розробка комплексної інформаційно-аналітичної системи для управління сільськогосподарським підприємством, яке спеціалізується на рослинництві.

© О.М. Ткаченко, 2012