

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ В ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ

М.Й. Бурбело, доктор техн. наук

Вінницький національний технічний університет

А.В. Гадай, інженер

Луцький державний технічний університет

Розгляд проблеми

Одним із ефективних заходів підвищення ефективності асинхронних двигунів (АД) є індивідуальна компенсація їх реактивної потужності. Водночас для вибору силових елементів пристроїв індивідуальної компенсації реактивної потужності в перехідних режимах необхідним є визначення їх оптимальних параметрів, що змінюються в часі. Задача вибору оптимальних параметрів в перехідних режимах АД ускладнюється через незавершеність теорії потужності в електричних колах з несинусоїдальними формами напруги та струму. У зв'язку з цим відсутні еквівалентні пасивні параметри, які можна було б однозначно використовувати як розрахункові в перехідних режимах [1, 2].

Постановка задачі

Ставиться задача підвищення ефективності процесів електропоживання асинхронних двигунів під час їх пуску та в різкозмінних режимах навантаження шляхом регулювання реактивної потужності.

Обґрунтування результатів

В роботі [3] для електричних кіл у разі дії несинусоїдального струму введено поняття активних та реактивних складових спектральних опорів та провідності:

$$R_C = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T [u(t)i(t)] dt}{\frac{1}{T} \int_0^T [i^2(t)] dt}; \quad X_C = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T [u(t)I\{i(t)\}] dt - \frac{1}{T} \int_0^T [i(t)I\{u(t)\}] dt}{\frac{1}{T} \int_0^T [i^2(t)] dt},$$

$$g_C = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T [u(t)i(t)] dt}{\frac{1}{T} \int_0^T [u^2(t)] dt}; \quad b_C = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T [u(t)I\{i(t)\}] dt - \frac{1}{T} \int_0^T [i(t)I\{u(t)\}] dt}{\frac{1}{T} \int_0^T [u^2(t)] dt},$$

де u, i – миттєві напруга та струм; $H\{i(t)\}, H\{u(t)\}$ – перетворення Гільберта відповідно струму та напруги.

Додатково введемо спектральні провідності, для визначення яких будемо використовувати умови еквівалентності між складовими спектральними опорів та провідностей:

$$g_K = \frac{R_C}{R_C^2 + X_C^2}; \quad b_K = \frac{X_C}{R_C^2 + X_C^2}.$$

З метою подальшого аналізу енергетичних процесів під час перехідних процесів введемо також поняття поточних значень активної та реактивної потужностей, квадрата напруги та квадрата струму:

$$P(t) = \int_{t-T/2}^t [ui_{\tilde{n}}] dt; \quad Q(t) = \int_{t-T/2}^t [ui_{\tilde{e}}] dt; \quad U^2(t) = \int_{t-T/2}^t [u^2] dt;$$

$$I^2(t) = \int_{t-T/2}^t [i^2] dt,$$

де $i_{\tilde{n}}, i_{\tilde{e}}$ – синфазна та квадратурна складові струму, а також поточних значень складових спектрального опору та провідності:

$$R_C(t) = \frac{P(t)}{I^2(t)}; \quad X_C(t) = \frac{Q(t)}{I^2(t)};$$

$$g_C(t) = \frac{P(t)}{U^2(t)}; \quad b_C(t) = \frac{Q(t)}{U^2(t)}.$$

Поточні значення активної та реактивної потужності та квадратів напруги і струму для АД можна визначити за формулами

$$P(t) = \frac{3}{T/2} \int_{t-T/2}^t u_{\alpha} i_{\alpha} dt; \quad Q(t) = \frac{-3}{T/2} \int_{t-T/2}^t u_{\alpha} i_{\beta} dt;$$

$$U^2(t) = \frac{3}{T/2} \int_{t-T/2}^t u_{\alpha}^2 dt;$$

$$I^2(t) = \frac{3}{T/2} \int_{t-T/2}^t i_{\alpha}^2 dt,$$

де $u_{\alpha}; u_{\beta}$ – складові напруги статора; $i_{\alpha}; i_{\beta}$ – складові струму статора.

Для моделювання вибрано кра-

ново-металургійний двигун типу МТКН512-8 номінальною потужністю 45 кВт. Робота АД під час їх пуску характеризується значним споживанням реактивної потужності (рис. 1), яке перевищує споживання активної потужності.

На рис. 2 зображено залежності поточних значень активної і реактивної потужностей під час пуску та

різкозмінного режиму навантаження АД після компенсації реактивної потужності за критерієм $b_K = 0$.

З порівняння залежностей реактивних потужностей, наведених на рис. 2 і 1, впливає, що застосування критерію забезпечує повну компенсацію реактивної потужності під час перехідних електромеханічних процесів. У разі застосування критерію $b_K = 0$ відбувається $b_C = 0$ перекомпенсація реактивної потужності.

На рис. 3 наведено графіки залежностей поточних значень реактивних провідності b_K під час пуску та різкозмінного режиму навантаження АД, з якої впливає необхідний характер регулювання реактивної потужності в перехідному режимі.

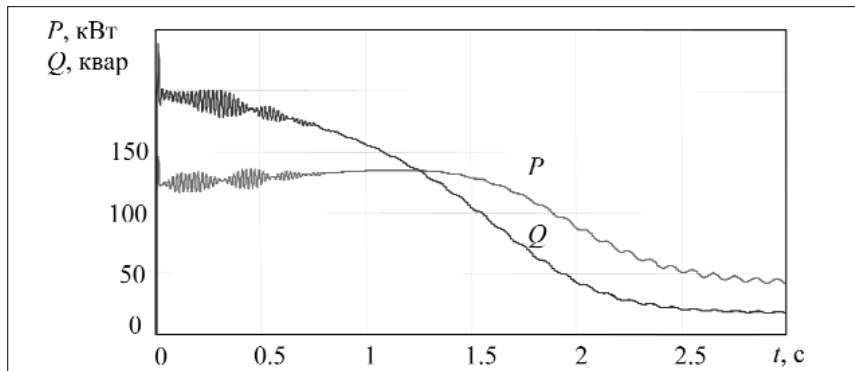


Рис. 1. Залежності поточних значень активної та реактивної потужностей АД

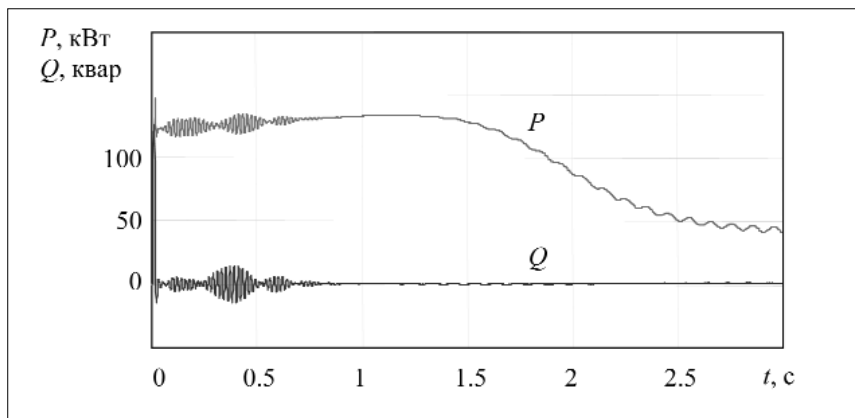


Рис. 2. Залежності поточних значень активної і реактивної потужностей АД після компенсації реактивної потужності за критерієм $b_K = 0$

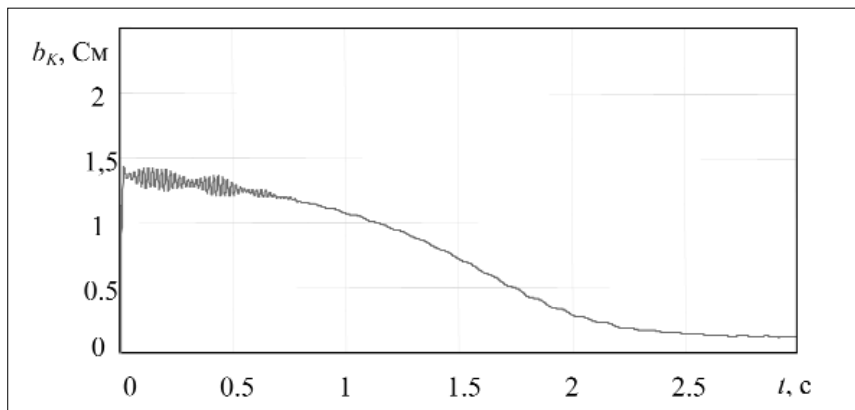


Рис. 3. Залежність поточних значень спектральної провідності b_K під час пуску АД

ВИСНОВКИ

Під час перехідних процесів для керування пристроями індивідуальної компенсації реактивної потужності АД можуть бути використані спектральні параметри, які доцільно характеризувати їх поточними значеннями. Найефективнішим для керування компенсаційними установками є застосування реактивної провідності $b_K(t)$.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Войтех А.А., Попович А.Н., Бибик Е.В.* Учет коэффициента мощности при оптимизации электромеханических систем для переходных и квазиустановившихся режимов работы // *Технічна електродинаміка*. – 2003. – №2. – С. 36 – 42.
2. *Войтех А.А., Попович А.Н., Бибик Е.В.* Математическая модель оптимального проектирования асинхронного двигателя с предвключенными конденсаторами для тяжелых условий пуска // *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету*. – 2002. – №1. – С. 361 – 363.
3. *Штамбергер Г.А.* Измерения в цепях переменного тока (методы уравнивания) / Под ред. К.Б. Карандеева. – Новосибирск: Наука, 1972. – 164 с.