

В. М. Сидоренко

Кременчуцький державний університет ім. Михайла Остроградського, м. Кременчук

E-mail: vnsideenko@gmail.com

АНАЛІЗ І СИНТЕЗ МОДЕЛІ ПОХИБКИ ІНТЕГРУВАННЯ РОЗРИВНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ВЕНТИЛЬНИХ ПРИВОДІВ І МЕТОД ЇЇ КОМПЕНСАЦІЇ

Анотація

Сидоренко В. М. Аналіз і синтез моделі похибки інтегрування розривних електричних сигналів вентильних приводів і метод її компенсації. Виконано структурний і параметричний синтез моделі компоненти абсолютної похибки інтегрування розривних сигналів струму і напруги силових кіл вентильних приводів, викликаной десинхронізацією дискретних відліків і моментів розривів. Запропоновано метод її компенсації, що призводить до підвищення точності оцінки параметрів таких сигналів. Результати важливі при вирішенні задач діагностики і моніторингу електричних двигунів систем електроприводу.

Ключові слова: розривні сигнали, похибка інтегрування, гармонічний аналіз, вентильний привод, корекція сигналів.

Вступ.

Невід’ємними складовими сучасних вентильних приводів постійного й змінного струму є перетворювачі енергії - імпульсні регулятори напруги (ІРН), тиристорні перетворювачі (ТП) та тиристорні або транзисторні регулятори напруги (ТРН) чи частоти (ТПЧ), широтно-імпульсні перетворювачі (ШПП) [1-3]. Установлено, що вищезазначені ПЕ можуть виступати в якості джерел полігармонічної напруги з заданими параметрами для реалізації низки відомих підходів діагностування роботи ЕД систем ЕП як постійного, так і змінного струму. Останні ґрунтуються на аналізі енергетичних процесів, що відбуваються в ЕМС [4-6], зокрема із застосуванням результатів гармонічного аналізу електричних сигналів струму, напруги і миттєвої потужності силових кіл ЕП. Проте, детальний аналіз свідчить, що вимірювані сигнали струму й напруги в таких системах у зв’язку з вентильним управлінням мають розривний характер з однотипними особливостями: круті фронти в сигналах напруги і злами в сигналах струму, котрі за умов аналогово-цифрового перетворення стають причиною виникнення суттєвих похибок, зокрема в оцінках амплітуд

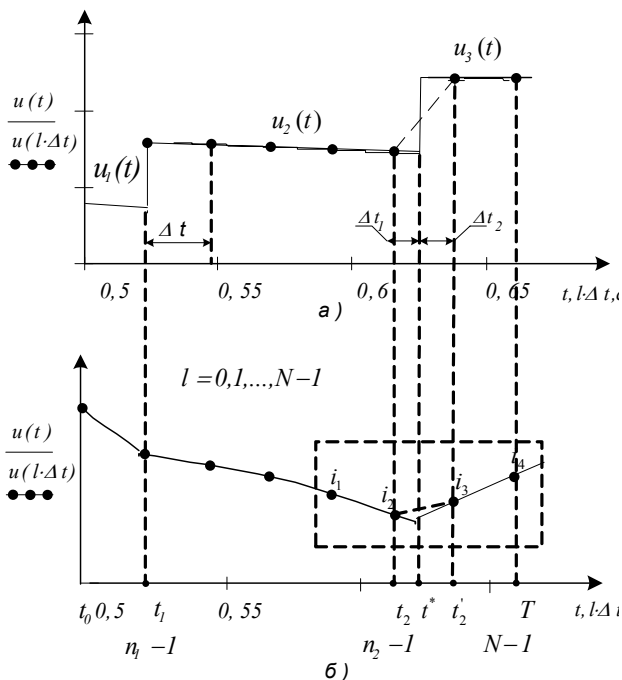


Рисунок 1 – Фрагменти сигналів а) - напруги $u(t)$, $u(l \cdot \Delta t)$ та б) - струму $i(t)$, $i(l \cdot \Delta t)$ вентильного ЕП. Поведінка безперервної і дискретної послідовностей в районі розривів

перетворення стають причиною виникнення суттєвих похибок, зокрема в оцінках амплітуд

гармонік, від 5 до 100% [7, 8]. Останні можуть призводити до аналогічних похибок систематичного характеру в процесі оцінки параметрів ЕД [9, 10], що небажано, наприклад, при вирішенні задачі прогнозування стану ЕД у процесі їх моніторингу.

У зв'язку з вищевикладеним, проведення досліджень з метою обґрунтування й розробки методології підвищення точності визначення параметрів ЕД систем ЕП з вентильним приводом управління в процесі їх моніторингу за рахунок корекції параметрів вимірних сигналів струму, напруги та миттєвої потужності, є досить актуальною задачею, розв'язання якої дозволить суттєво підвищити точність і вірогідність визначення параметрів ЕД систем ЕП.

Аналіз попередніх досліджень. Відомо, що в процесі дискретизації сигналів виникає похибка, природа якої обумовлена з втратою інформації стосовно їх поведінки між окремими відліками. При дослідженні періодичних сигналів це призводить, зокрема, до похибки визначення періоду, що є небажаним в аналізі сигналів на періоді повторюваності процесів. При розв'язанні задач електромеханіки нерідко виникає необхідність в обчисленні оцінок гармонічних складових, діючих та середніх значень сигналів, що потребує застосування операції інтегрування. У роботах [11-13] запропонована структура адитивної моделі формування похибки гармонічного аналізу розривних сигналів. Емпіричним шляхом доведено, що компонента, викликана наявністю розриву, має найбільшу вагу. Авторами запропоновано метод корекції сигналів, що передує гармонічному аналізу, виконано синтез відповідних алгоритмів й досліджено ефективність їх застосування в системах з вентильним приводом. З літературних джерел добре відомі [14] підходи стосовно оцінки похибки інтегрування дискретних сигналів, проте, як показала практика, застосування їх для розривних сигналів, зокрема в електроприводі, не досить коректне, а тому запропонувати шляхи її компенсації недостатньо підстав.

Мета роботи. Структурний та параметричний аналіз і синтез математичної моделі складової абсолютної похибки інтегрування розривних електричних сигналів вентильних приводів для реалізації методу її компенсації.

Матеріал та результати досліджень. Розглянемо тривіальну ситуацію типову для сигналів вентильного приводу, наведену на рис. 1. Сигнали напруги та струму мають два розриви першого роду. При цьому момент першого розриву синхронізовано з відліком, а другий – ні. В даному випадку будь-який інтеграл з використанням у підінтегральному виразі сигналів виду а), або б) призводитиме до виникнення похибки дискретизації.

Наприклад, замість інтегралу $U_k^a = \frac{2}{T} \int_0^T u(t) \cos \frac{k2\pi}{T} dt$ буде використовуватись інтегральна сума

$U_k^{d^a} = \frac{2}{N} \sum_{l=0}^{N-1} u[l] \cos \frac{k2\pi l}{N}$. Якщо при фіксованому k умовно позначити підінтегральну функцію

як

$$f(t) = \frac{1}{T} u(t) \cos \frac{k2\pi}{T} = \begin{cases} f_1(t) = \frac{1}{T} u_1(t) \cos \frac{k2\pi}{T}, & t_0 \leq t \leq t_1 \\ f_2(t) = \frac{1}{T} u_2(t) \cos \frac{k2\pi}{T}, & t_1 < t \leq t_2, \\ f_3(t) = \frac{1}{T} u_3(t) \cos \frac{k2\pi}{T}, & t_2 < t \leq T \end{cases} \quad (1)$$

то для розглянутого випадку точне значення інтегралу на періоді сигналу T запишеться наступним чином:

$$U_k^a = \int_{t_0}^T f(t) dt = \int_{t_0}^{t_1} f_1(t) dt + \int_{t_1}^{t_2} f_2(t) dt + \int_{t_2}^{t_2^*} f_2(t) dt + \int_{t_2^*}^{t_2'} f_3(t) dt + \int_{t_2'}^T f_3(t) dt. \quad (2)$$

За умови, що $l = 0, 1, \dots, N-1$: $T = \Delta t(N-1)$, $t_1 = \Delta t(n_1-1)$, $t_2 = \Delta t(n_2-1)$. Дискретний аналог (2) за умов використання методу правих прямокутників:

$$U_k^{da} = \Delta t \sum_{l=1}^{N-1} f(t_l) = \Delta t \sum_{l=1}^{n_1-1} f_1(t_l) + \Delta t \sum_{l=n_1}^{n_2-1} f_2(t_l) + \Delta t_1 f_2(t^*) + \Delta t_2 f_3(t_2') + \Delta t \sum_{l=n_2+2}^{N-1} f_3(t_l), \quad (3)$$

де $\Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t$.

Введемо параметри синхронізації a_1 і a_2 - вагові коефіцієнти, такі, що: $a_1 + a_2 = 1$, $\Delta t_1 = a_1 \Delta t$, $\Delta t_2 = a_2 \Delta t$. Тоді

$$\Delta t = a_1 \Delta t + a_2 \Delta t = a_1 \Delta t + (1 - a_1) \Delta t. \quad (4)$$

З урахуванням (4), співвідношення (3) набуде вигляду:

$$U_k^{da} = \Delta t \sum_{l=1}^{N-1} f(t_l) = \Delta t \left[\sum_{l=1}^{n_1-1} f_1(t_l) + \sum_{l=n_1}^{n_2-1} f_2(t_l) + a_1 f_2(t_0 + \Delta t(n_2 - 1) + a_1 \Delta t) + (1 - a_1) f_3(t_0 + \Delta t n_2) + \sum_{l=n_2+2}^{n-1} f_3(t_l) \right]. \quad (5)$$

При цьому

$$t_0 + \Delta t(n_2 - 1) + a_1 \Delta t = t^*. \quad (6)$$

З іншого боку, інтеграл без синхронізації матиме вигляд:

$$U_k^{da} = \Delta t \sum_{l=1}^{n_1-1} f_1(t_l) + \Delta t \sum_{l=n_1}^{n_2-1} f_2(t_l) + \Delta t \sum_{l=n_2}^{N-1} f_3(t_l). \quad (7)$$

Далі, віднімаючи (3) від (7), отримаємо вираз для складової абсолютної похибки k -ї косинусної складової гармоніки, обумовленої фактором десинхронізації:

$$\Delta U_k^{da} = U_k^{da} - U_k^{da} = \Delta t a_1 [f_3(t_0 + \Delta t(n_2)) - f_2(t_0 + \Delta t(n_2 - 1 + a_1))]. \quad (8)$$

Реалізація інтегратора (5)-(6) потребує обчислення корегуючого параметра a_1 . Це можливо виключно за умови знання моменту t^* . У найпростішому варіанті оцінку моменту t^* можна отримати як точку перетину ліній екстраполяції неперервних сусідніх ділянок сигналу струму (пунктирна область на рис. 1) [11-13]. Для цього достатньо вектору чотирьох вимірів миттєвих значень струму $(i_1, i_2, i_3, i_4)^T$ в околі розриву сигналу (рис. 2). Тоді, якщо позначити оцінку t^* , отриману за лівою ділянкою сигналу, як t_L^* , а за правою - t_R^* , можна записати систему лінійних рівнянь:

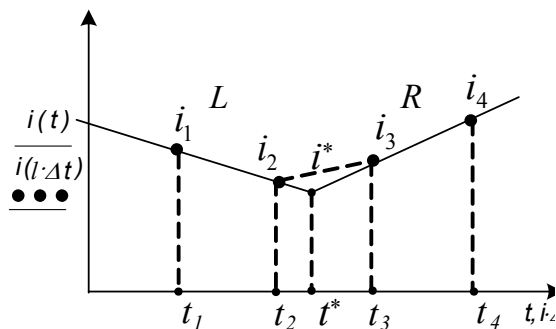


Рисунок 2 – Фрагменти сигналів струму $i(t)$, $i(i \cdot \Delta t)$. До пояснення оцінки моменту t^*

$$\begin{cases} t_L^* = i_1 + \frac{i_2 - i_1}{\Delta t} (t^* - t_1) \\ t_R^* = i_4 - \frac{i_4 - i_3}{\Delta t} (t_4 - t^*) \end{cases} \quad (9)$$

З розв'язку (9) отримаємо:

$$t^* = t_1 + \frac{3i_3 - 2i_4 - i_1}{i_2 - i_1 - i_4 + i_3} \Delta t. \quad (10)$$

Після підстановки (10) у (11) отримаємо:

$$a_1 = t_1 + \frac{3i_3 - 2i_4 - i_1}{i_2 - i_1 - i_4 + i_3} \frac{t_0}{\Delta t} - (n_2 - 1). \quad (11)$$

Якщо перейти до позначень згідно з рис. 1, то $i_1 = i(t_0 + \Delta t(n_2 - 2))$, $i_2 = i(t_0 + \Delta t(n_2 - 1))$, $i_3 = i(t_0 + \Delta t n_2)$, $i_4 = i(t_0 + \Delta t(n_2 + 1))$, $t_1 = t_0 + \Delta t(n_2 - 2)$, то (10) набуде вигляду:

$$t^* = t_0 + \Delta t(n_2 - 2) + \frac{3i(t_0 + \Delta t n_2) - 2i(t_0 + \Delta t(n_2 + 1)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 - 2))}{i(t_0 + \Delta t(n_2 - 1)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 - 2)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 + 1)) + i(t_0 + \Delta t n_2)} \Delta t. \quad (12)$$

З урахуванням (10)-(12), (8) можна переписати систему рівнянь для абсолютної похибки десинхронізації:

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta U_k^{da} &= U_k^{da} - U_k^{da} = \Delta t a_1 [f_3(t_0 + \Delta t n_2) - f_2(t_0 + \Delta t(n_2 - 1 + a_1))] \\ a_1 &= \frac{1}{\Delta t} (t^* - t_0) - n_2 + 1 \\ t^* &= t_0 + \Delta t(n_2 - 2) + \\ &+ \frac{3i(t_0 + \Delta t n_2) - 2i(t_0 + \Delta t(n_2 + 1)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 - 2))}{i(t_0 + \Delta t(n_2 - 1)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 - 2)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 + 1)) + i(t_0 + \Delta t n_2)} \Delta t. \end{aligned} \right. \quad (13)$$

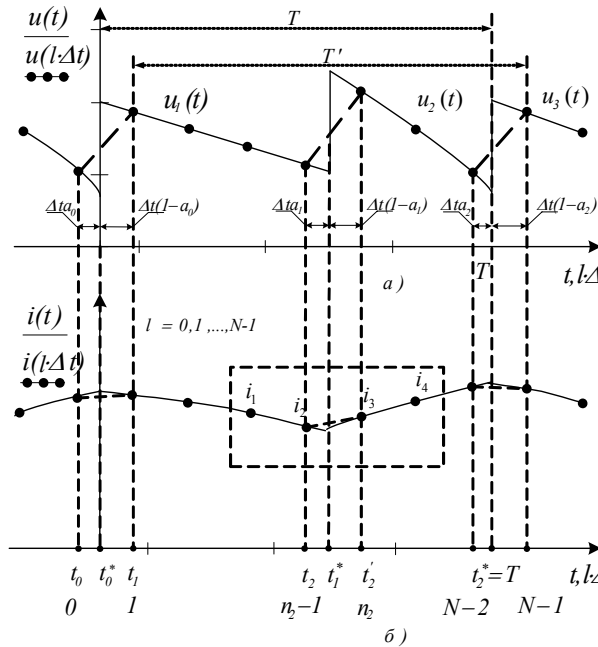


Рисунок 3 – Фрагменти сигналів а) - напруги $u(t)$, $u(i \cdot \Delta t)$ та б) - струму $i(t)$, $i(i \cdot \Delta t)$ вентиляльного ЕП. Поведінка

безперервної та дискретної послідовностей у районі розриву

Розглянемо більш складну задачу (рис. 3): сигнали напруги $u(t)$ і струму $i(t)$ на періоді повторюваності процесів T мають три стрибки і в загальному випадку має місце десинхронізація по трьох фронтах.

Оцінкою періоду слугує відстань T' , на якій вкладається $N - 1$ відліків. Виконаємо синтез інтегратора для даного випадку і отримаємо аналітичний вираз для абсолютної похибки інтегрування.

У контексті позначень попередньої задачі аналогічно (3) інтегральна сума за методом правих прямокутників без синхронізації буде мати вигляд:

$$U_k^{da} = \Delta t \sum_{l=1}^{N-1} f(t_l) = \Delta t \sum_{l=1}^{n_2-1} f_1(t_0 + \Delta t \cdot l) + \Delta t \sum_{l=n_2}^{n_3-1} f_2(t_0 + \Delta t \cdot l) + \Delta t f_3(t_0 + \Delta t \cdot (N - 1)) \quad (14)$$

Інтегратор за методом правих прямокутників з корегуванням за трьома фронтами:

$$U_k^{da} = \Delta t \sum_{l=1}^{N-1} f(t_l) = \Delta t [(1 - a_0)f_1(t_0) +$$

$$+ (1 - a_1)f_2(t_0 + \Delta t n_2) + \sum_{l=n_2+1}^{N-2} f_2(t_0 + \Delta t \cdot l) + \sum_{l=1}^{n_2-1} f_1(t_0 + \Delta t \cdot l) + a_1 f_1(t_0 + \Delta t(n_2 - 1) + a_1 T) + a_2 f_2(t_0 + \Delta t(N - 2) + a_2 T) + (1 - a_2)f_3(t_0 + \Delta t \cdot (N - 1))], \quad (15)$$

Віднімаючи (14) від (15) отримаємо складову абсолютної похибки інтегрування, викликаною десинхронізацією:

$$\Delta U_k^{da} = U_k^{da} - U_k^{da} = \Delta t a_1 [f_2(t_0 + \Delta t n_2) - f_1(t_0 + \Delta t(n_2 - 1) + a_1 \Delta t)] + \quad (16)$$

$$+ \Delta t a_2 [f_3(t_0 + \Delta t(N-1)) - f_2(t_0 + \Delta t(N-2) + a_2 \Delta t)] - \Delta t(1-a_0)f_1(t_0),$$

де вектор оцінок параметрів синхронізації $(a_0, a_1, a_2)^T$ знаходиться як:

$$\begin{cases} a_0 = \frac{1}{\Delta t}(t_0^* - t_0) \\ a_1 = \frac{1}{\Delta t}(t_1^* - t_0) - n_2 + 1. \\ a_2 = \frac{1}{\Delta t}(t_1^* - t_0) - N + 2 \end{cases} \quad (17)$$

Тут $(t_0^*, t_1^*, t_2^*)^T$ - вектор оцінок моментів розривів. Для випадку отримання методом лінійної інтерполяції і екстраполяції, розглянутим вище:

$$t_0^* = t_0 + \Delta t(-1) + \frac{3i(t_0 + \Delta t) - 2i(t_0 + \Delta t2) - i(t_0 + \Delta t(-1))}{i(t_0) - i(t_0 + \Delta t(-1)) - i(t_0 + \Delta t(2)) + i(t_0 + \Delta t)} \Delta t, \quad (18)$$

$$t_1^* = t_0 + \Delta t(n_2 - 2) + \frac{3i(t_0 + \Delta t n_2) - 2i(t_0 + \Delta t(n_2 + 1)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 - 2))}{i(t_0 + \Delta t(n_2 - 1)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 - 2)) - i(t_0 + \Delta t(n_2 + 1)) + i(t_0 + \Delta t n_2)} \Delta t, \quad (19)$$

$$t_2^* = t_0 + \Delta t(N - 3) + \frac{3i(t_0 + \Delta t(N - 1)) - 2i(t_0 + \Delta t N) - i(t_0 + \Delta t(N - 3))}{i(t_0 + \Delta t(N - 2)) - i(t_0 + \Delta t(N - 3)) - i(t_0 + \Delta t N) + i(t_0 + \Delta t(N - 1))} \Delta t. \quad (20)$$

Припустимо, що сигнали напруги i , відповідно, струму на періоді повторюваності процесів мають R -розривів. Дотримуючись попередньої системи позначень, маємо: $r = \overline{1, R}$ - номер розриву; $(a_0, a_1, \dots, a_{r-1}, \dots, a_{R-1})^T$ - вектор параметрів синхронізації; $(t_0^*, t_1^*, \dots, t_{r-1}^*, \dots, t_{R-1}^*)^T$ - вектор параметрів оцінок моментів розриву; $(f_1^*, f_2^*, \dots, f_r^*, \dots, f_{R+1}^*)^T$ - вектор значень функції на кінцях гладких ділянок;

$\begin{pmatrix} n_1 - 1 & n_1 \\ n_2 - 1 & n_2 \\ \vdots & \vdots \\ n_r - 1 & n_r \\ \vdots & \vdots \\ n_R - 1 & n_R \end{pmatrix}$ - матриця пар відліків, між якими знаходяться розриви сигналів; t_0 - момент

початку реєстрації сигналу. Тоді узагальнення (16)-(20) на випадок R -розривів сигналу на періоді повторюваності процесів дає наступну модель формування компоненти абсолютної похибки, викликаной десинхронізацією:

$$\Delta U_k^a = -\Delta t(1-a_0)f_1(t_0) + \Delta t \sum_{r=1}^R a_{r-1} [f_{r+1}(t_0 + \Delta t n_{r+1}) - f_r(t_0 + \Delta t(n_{r+1} - 1) + a_r \Delta t)], \quad (21)$$

$$a_{r-1} = \frac{1}{\Delta t}(t_{r-1}^* - t_0) - n_r + 1, \quad (22)$$

$$t_{r-1}^* = t_0 + \Delta t(n_r - 2) + \frac{3i(t_0 + \Delta t n_r) - 2i(t_0 + \Delta t(n_r + 1)) - i(t_0 + \Delta t(n_r - 2))}{i(t_0 + \Delta t(n_r - 1)) - i(t_0 + \Delta t(n_r - 2)) - i(t_0 + \Delta t(n_r + 1)) + i(t_0 + \Delta t n_r)} \Delta t, \quad r = \overline{1, R}. \quad (23)$$

Аналіз (21)-(23) показує, що похибка має систематичний характер і її величина визначається наступними факторами: величиною інтервалу дискретизації Δt , величинами компонентів вектору $(f_1^*, f_2^*, \dots, f_r^*, \dots, f_{R+1}^*)^T$ і їх знаками, значеннями компонент вектора параметрів синхронізації $(a_0, a_1, \dots, a_{r-1}, \dots, a_{R-1})^T$ і кількістю розривів R . Зрозуміло, що знаки компонент вектора $(f_1^*, f_2^*, \dots, f_r^*, \dots, f_{R+1}^*)^T$ і їх чередування визначаються симетрією сигналу на періоді повторюваності процесів і для несиметричних сигналів (наприклад у приводах з ТРН) компоненти суми (21) будуть мати однаковий знак і призводити до швидкого

накопичення похибки. Але за умов $(a_0, a_1, \dots, a_{r-1}, \dots, a_{R-1})^T = (1, 1, \dots, 1, \dots, 1)^T$, тобто коли має синхронізація відліків з моментами розривів похибка дорівнює нулю. Враховуючи те, що похибка накопичується прямо пропорційно кількості розривів, можна також показати, що за певних умов дискретизації ні метод усереднення за ансамблем, ні метод усереднення за часом не вирішує проблеми підвищення точності оцінки значення інтегралу. В даній ситуації вищезазначені фактори зумовлюють появу систематичної складової в оцінках параметрів ЕД при використанні методик, що застосовують такі сигнали в якості інформативних. У кінцевому результаті, це може призводити до формування мнимого тренду при розв'язанні задач моніторингу.

Модель (21)-(23) дає можливість: дослідити поведінку похибки гармонічного аналізу в залежності від номера гармоніки, інтервалу дискретизації і виду підінтегральної функції, що визначається формою сигналу; виконати синтез інтегратора з корекцією решітчастої підінтегральної функції, якщо має місце паралельний аналіз сигналу струму і напруги вентильного приводу.

Висновки.

1. Виконано структурний та параметричний аналіз і синтез математичної моделі складової абсолютної похибки інтегрування розривних електричних сигналів вентильних приводів. Показано, що одним з головних факторів її формування є кількість розривів. Останні можуть призводити до накопичення даної похибки навіть при застосуванні методів усереднення як за ансамблем, так і за часом.

2. Показано, що не врахування даних особливостей полігармонічних сигналів вентильних приводів може призводити до появи систематичної складової в оцінках параметрів ЕД при використанні методик, що застосовують такі сигнали в якості інформативних. У кінцевому результаті, це може призводити до їх накопичення і формування мнимого тренду при розв'язанні задач моніторингу.

3. Виконано синтез моделі інтегратора для сигналів вентильних приводів, який при використанні його у складі математичного забезпечення систем моніторингу дозволяє виконати компенсацію даної похибки.

Література

1. Тиристорные преобразователи частоты в электроприводе / [А.Я. Бернштейн, Ю.М. Гусяцкий, А.В. Кудрявцев, Р.С. Сарбатов]; под. ред. Р.С. Сарбатова. – М.: Энергия, 1980. – 328 с.
2. Сен П. Тиристорные электроприводы постоянного тока: [пер. с англ.] / П. Сен. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с.
3. Башарин А.В. Управление электроприводами/ А.В. Башарин, В.А. Новиков, Г.Г. Соколовский. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 391 с.
4. Родькин Д. И., Здор И. Е. Современные методы определения параметров асинхронных двигателей после их ремонта. - Научные труды КГПИ, в.1 - Кременчуг, 1998. с. 100-106
5. Родькин Д. И., Хараджян А.А., Михайлов С. В. Диагностика параметров двигателя постоянного тока при испытаниях. - Научные труды КГПИ, в.1 - Кременчуг, 1999. – 243 с.
6. Родькин Д. И., Величко Т. В., Бахметьев Ю.А. Метод энергодиагностики машин постоянного тока. - Научные труды КГПИ, в.1 - Кременчуг, 1998. с. 94-100
7. Филипский Ю. К., Бершадский А. М. Анализ погрешностей цифрового спектрального анализа. - Труды Одесского политехнического института, в. 1(7) – Одеса, 1999.
8. Сидоренко В. Н., Черный А. П. Особенности измерения и анализа сигналов в электроприводах постоянного тока // Проблемы создания новых машин и технологий. - Кременчуг: КГПУ. - 2001. - Вып. 1.
9. Сидоренко В.М. Підвищення точності визначення електромагнітних параметрів

- асинхронних двигунів з використанням алгоритмів корекції сигналів / В.М. Сидоренко, О.П. Чорний, А. П. Калінов // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету.– Кременчук: КДПУ, 2006. – вип. 3/(38), ч. 2. – С. 88-93.
10. Сидоренко В.М. Експериментальні дослідження і визначення параметрів електроприводу постійного струму з попередньою корекцією / В.М. Сидоренко, О.П. Чорний, А.М. Артеменко // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук: КДПУ, 2006. – вип. 4/(39), ч. 1. – С. 114-117.
 11. Сидоренко В.Н. Синтез алгоритмов коррекции сигналов при измерении выходных параметров преобразователей/ В.Н. Сидоренко, А.П. Черный, А.Н. Ковырин, А.С. Яговкин // Вісник КДПУ.– Кременчуг, 2002.– вип. 1. – С. 340-344.
 12. Пат. 64218А Україна, 7G01R31/24. Спосіб вимірювання параметрів тиристорних електроприводів та пристрій для його реалізації / Сидоренко В.М., Родькін Д.Й., Чорний О.П., Ковирін О.М., Лашко Ю.В. - № 2003042858; Заявл. 02.04.2003; Опубл. 16.02.2004; Бюл. №2. – 12 с.
 13. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на службовий твір № 8436 від 24. 09.03. / Сидоренко В.М., Родькін Д.Й., Чорний О.П., Ковирін О.М. / Службовий твір “Комп’ютерна програма для корекції сигналів струму і напруги у комп’ютеризованих вимірювально-діагностичних комплексах для діагностики параметрів тиристорних електроприводів”.
 14. Путятин Е.П. Турбо Паскаль в курсе высшей математики: учебное пособие/ Е.П. Путятин, Д.М. Смагин, В.П.Степанов. – Харьков: Каравелла, 1997. – 352 с.

Аннотация

Сидоренко В. М. Анализ и синтез модели погрешности интегрирования разрывных электрических сигналов вентильных приводов и метод ее компенсации. Выполнен структурный и параметрический синтез модели компоненты абсолютной погрешности интегрирования разрывных сигналов тока и напряжения силовых цепей вентильных приводов, вызванной несинхронизацией дискретных отсчетов и моментов разрывов. Предложен метод ее компенсации, который приводит к повышению точности оценки параметров таких сигналов. Результаты важны при решении задач диагностики и мониторинга электрических двигателей систем электропривода.

Ключевые слова: разрывные сигналы, погрешность интегрирования, гармонический анализ, вентильный привод, коррекция сигналов.

Abstract

Sidorenko V.M. Analysis and synthesis of model of error of integration of bursting electric signals of occasions of valves and method of its indemnification. The structural and parametrchniy synthesis of component of model of absolute error of integration of bursting signals of current and tension of power circles of occasions of valves is executed, caused desynchronization of the discrete counting out and moments of breaks. The method of its indemnification which results in the increase of exactness of estimation of parameters of such signals is offered. Results are important at the decision of tasks of diagnostics and monitoring of electric engines of the systems of electricdriver.

Keywords: break signals, error of integration, harmonic analysis, valve drive, correction of signals.

Здано в редакцію:
03.04.2010р.

Рекомендовано до друку:
д.т.н, проф. Зорі А.А.