

спостерігається в процесі поглинання, дифракції, відображення, заломлення падаючої хвилі або взаємодії падаючої або відбитих хвиль. Крім того, в радіодефектоскопії можуть використовуватися специфічні резонансні ефекти взаємодії радіохвильового випромінювання.

Тепловий контроль відбувається за рахунок реєстрації змін теплових чи температурних полів контрольованих об'єктів, викликаних дефектами.

Оптичний контроль ґрунтується на взаємодії світлового випромінювання з поверхнею, що контролюється. При падінні світла з потоком випромінювання на матеріал відбувається розкладання його на складові. У залежності від властивостей матеріалу це розкладання може бути різним.

Акустичний контроль базується на використанні ультразвукових хвиль. Коливання у деформованій середовищі поширюються у вигляді хвилі. Сукупність частинок, що володіють однакою фазою коливань, утворює поверхню або фронт хвилі. Фронт хвилі розташований перпендикулярно до напрямку поширення хвилі.

Радіаційний контроль здійснюється за допомогою реєстрації і аналізу іонізуючого випромінювання при його взаємодії з контрольованим виробом. До іонізуючих випромінювань відносять рентгенівські і гамма-випромінювання, а також потоки заряджених або нейтральних частинок. Рентгенівське випромінювання є електромагнітним випромінюванням і виникає у рентгенівській трубці при гальмуванні прискорених електронів [5].

Отже, обов'язкова та регулярна оцінка деталей і обладнання, яка проводиться для виявлення прихованих дефектів без пошкоджень їх, відбувається за допомогою вибору методів неруйнівного контролю. Такому засобу технічного діагностування в даний час приділяється велика увага, тому що саме приховані дефекти обладнання є причиною неякісної продукції, збоїв в роботі, аварій на виробництві, а також великих збитків в сфері промисловості.

Література

1. Єрмолов І. М. Теорія і практика ультразвукового контролю / І.М. Єрмолов. — Москва: Машинобудування, 1981. — 240с.
2. Білокур І.П. Дефектоскопія матеріалів і виробів / І.П. Білокур, В.О. Коваленко. — Київ: Техніка, 1989. — 192 с.
3. Глудкін О.П. Контроль неруйнівний, акустичний / О. П. Глудкін. — М.: Радіо і зв'язок, 1999. — 60 с.
4. Крауткремер Й.Г. Ультразвуковий контроль матеріалів: Довідник / [пер. з нім. Є.К. Бухмана, Л.С. Зенкова; під ред. В.Н. Волченка]. — М.: Металургія, 1991. — 750, с.
5. Белокур І.П. Дефектологія та неруйнівний контроль / І.П.Белокур — К.: Вища шк., 1990. — 207с.

УДК 621.317

ОЦІНЮВАННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ З ПРОГНОЗУЮЧОЮ КОРЕКЦІЄЮ ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ

К. М. Крук, магістр, В. Ю. Кучерук, д.т.н., професор
Вінницький національний технічний університет
katya.kruk@mail.ru.

Сучасні електричні машини та електроприводи досить часто працюють у динамічних режимах, в яких потрібно досить точно задавати величину кутової швидкості. Існуючі методи і засоби визначення кутової швидкості не забезпечують достатню для практики точність визначення кутової швидкості в динамічному режимі. Це спричинено тим, що в них використовуються настройки вимірювальних каналів, які дозволяють підтримувати нормоване значення похибки квантування в обмеженому діапазоні швидкостей обертання. Тому питання розробки високоточних засобів вимірювання динамічно змінюваної кутової швидкості є актуальним.

Метою даного дослідження є підвищення точності визначення кутової швидкості роторів електричних машин в динамічному режимі їх роботи.

Для цього потрібно розробити метод вимірювання кутової швидкості в динамічному режимі з використанням прогнозуючої корекції похибки квантування. Він буде використовувати метод прогнозування змінення похибки квантування.

Вибір методу прогнозування є досить важливим, так як він повинен відповідати оптимальним умовам у розглянутій області. Найбільш підходящі є адаптивні методи короткочасового прогнозування часових рядів.

Адаптивні методи мають наступні властивості:

- вони застосовуються для широкого кола завдань;
- адаптивне прогнозування не вимагає великого обсягу інформації, воно базується на інтенсивному аналізі інформації, що міститься в окремих часових рядах;
- модель, що описує структуру показника і його динаміку, як правило, відрізняється ясністю і простотою математичної формулювання;
- неоднорідність часових рядів та їх зв'язків знаходить відображення в адаптивній еволюції параметрів або навіть структури моделей.

Методи адаптивного прогнозування застосовуються там, де основною інформацією для прогнозу є тимчасові ряди. Адаптивні моделі і методи мають механізм автоматичного налаштування на зміну досліджуваного показника. Інструментом прогнозу є модель, первинна оцінка параметрів якої проводиться за декількома першими спостереженнями. На її основі робиться прогноз, який порівнюється з фактичними спостереженнями. Далі модель корегується відповідно до величини помилки прогнозу і знов використовується для прогнозування наступного рівня, аж до вичерпання всіх спостережень. Таким чином, модель постійно "вбирає" нову інформацію,

приспосовується до неї і до кінця періоду спостереження відображає тенденцію, що склалася на даний момент. Прогноз виходить як екстраполяція останньої тенденції. У різних методах прогнозування процес налаштування (адаптації) моделі здійснюється по-різному.

Відмінність адаптивних моделей від інших прогностичних моделей полягає в тому, що вони відображають поточні властивості ряду і здатні безперервно враховувати еволюцію динамічних характеристик досліджуваних процесів. Мета адаптивних методів полягає в побудові самокоректуючих (самоналагоджувальних) моделей, які здатні відобразити зміну умови, враховувати інформаційну цінність різних членів тимчасової послідовності і давати досить точні оцінки майбутніх членів даного ряду.

Базовими адаптивними моделями є: модель Брауна; модель Хольта; модель авторегресії.

Перші дві моделі відносяться до схеми ковзаючого середнього, остання – до схеми авторегресії. Численні адаптивні методи ґрунтуються на цих моделях і розрізняються між собою способом числової оцінки параметрів, визначення параметрів адаптації і комбонуванням.

Але методи, які відносяться до схеми ковзаючого середнього частіше дають дещо меншу помилку прогнозування, ніж методи авторегресії, хоча їх використання є більш складним.

Згідно із схемою ковзаючого середнього, оцінкою поточного рівня є зважене середнє всіх попередніх рівнів, причому ваги при спостереженнях зменшуються в міру віддалення від останнього (поточного) рівня, тобто інформаційна цінність спостережень тим більша, чим ближче вони до кінця періоду спостережень.

Аналіз методів прогнозування показав, що метод експоненціального згладжування в більшій мірі відповідає необхідним вимогам для прогнозування похибки вимірювання. Даний метод полягає в тому, що часовий ряд згладжується за допомогою зваженої ковзної середньої, в якій ваги підкоряються експоненціальним законом. Зважена змінна середня з експоненціальними вагами характеризує значення процесу на кінці інтервалу згладжування, тобто є характеристикою останніх рівнів ряду. Саме ця властивість використовується для прогнозування.

Ряд $x_t = f(t) + \varepsilon_t$, $t = 1, \dots, n$ описується поліномом p -ступеня

$$x_{t+1}^* = x_t^{(0)} + t x_t^{(1)} + (t^2/2!) x_t^{(2)} + (t^k/k!) x_t^{(k)} + \dots + (t^p/p!) x_t^{(p)}; \quad (1)$$

де $f(t)$ – рівняння, яке описує тенденцію зміни аналізуючої величини x_t ; ε_t – випадкова величина.

Необхідно за даними ряду x_t скласти прогноз на моменти часу $t = n + l$ ($l = 1, 2, \dots, L$) шляхом зважування спостережень ряду x_t таким чином, щоб більш пізнім спостереженнями додавалися великі ваги, чим більш раннім спостереженням.

Прогноз рівнів ряду x_t в момент часу $t = n + l$ будується за допомогою розкладання в ряд Тейлора

$$x_{t+l}^* = x_t^{(0)} + t x_t^{(1)} + (t^2/2!) x_t^{(2)} + (t^k/k!) x_t^{(k)} + \dots + (t^p/p!) x_t^{(p)}, \quad (2)$$

де $x_t^{(k)}$ – k -та похідна, взята в момент t .

Експоненціальна середня першого порядку для ряду x_t виглядає:

$$S_t^{(1)}(x) = a \sum_{i=0}^n (1-a)^i x_{t-i}, \quad (3)$$

де a – параметр згладжування ($0 < a < 1$).

Експоненціальна середня k -го порядку для ряду x_t має вигляд

$$S_t^{(k)}(x) = a \sum_{i=0}^n (1-a)^i S_{t-i}^{(k-1)}(x). \quad (4)$$

Рекурентна формула для визначення експоненційної середньої k -го порядку наступна

$$S_t^{(k)}(x) = a S_t^{(k-1)}(x) + (1-a) S_{t-1}^{(k)}(x). \quad (5)$$

Як формули для оцінювання коефіцієнтів моделі беремо лінійну і квадратичну моделі тренда. Після відповідних перетворень отримуємо формули для прогнозу за лінійною моделлю

$$x_{t+1}^* = a_0^* + t a_1^*; \quad (6)$$

і за квадратичною моделлю

$$x_{t+1}^* = a_0^* + t a_1^* + 1/2 a_2^* t^2. \quad (7)$$

Початкові умови визначаються за допомогою спеціальної формули Брауна. Значення коефіцієнтів a_0 , a_1 і a_2 в цих формулах знаходяться за допомогою методу найменших квадратів.

Література

1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 416 с.
2. Шрайбфедер Д. Эффективное управление запасами / пер. с англ. - 2-е изд. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. - 304 с.
3. Будаев П.В. Практическое применение количественных методов прогнозирования. // Системні дослідження та інформаційні технології. Міжнародний науково-технічний журнал. - 2009. - №2.