

прогнозування стану, моніторингу системи та прийняття оперативних рішень щодо ситуацій у реальному режимі часу.

Література:

1. Хмара Л. А. Сетецентрические технологии в эффективном сопровождении дорожно-строительной техники / Л. А. Хмара, С. И. Кононов. - Вестник ХНАДУ, Вып.57, 2012.

2. Плугіна Т. В. Задача інтелектуалізації сучасних дорожньо-будівельних машин / Т. В. Плугіна, В. О. Стоцький, НТЖ Технологія приборостроєння.-2014, №1, с. 40-43.

3. Єфименко О. В. Модульна структура інтелектуальної системи будівельних й дорожніх машин / О. В. Єфименко, Т. В. Плугіна. Вестник ХНАДУ, №74, 2015. – С. 68-73.

Пасічник О. В. студ.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Науковий керівник: к. т. н. доц. Коваль О. А. доц. каф. МБЖД ХНАДУ

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ШУМІВ ДЛЯ ONLINE ДІАГНОСТИКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Ефективність використання замкнених систем управління складними технологічними процесами характеризується такими показниками як стійкість та час реакції. Час реакції системи управління в свою чергу складається з часу реакції вимірювальної інформаційної системи, часу прийняття рішення на управляючу дію та час роботи виконавчого механізму. Найбільш інерційними в цьому ряді є інерційність вимірювальної інформаційної системи та виконавчого механізму. Сучасні технології вже дозволяють проектувати та виготовляти виконавчі механізми з часом реакції в десятки-сотні мілісекунд. Поряд з цим час затримки та постійна часу інформаційно вимірювальних систем за останні 5 років зменшились не

суттєво і мають величину майже одного порядку з часом реакції виконавчих механізмів. Отже дуже важливо знати плинні метрологічні характеристики вимірювальних інформаційних систем в процесі їх експлуатації. А на техногенно-небезпечних об'єктах, якими є атомні електростанції (АЕС), це завдання є першочерговим, так як ціна ризику прийняття невірної рішення в АСУ технологічним процесом дуже і дуже велика.

Для вимірювання кожного технологічного параметра на АЕС використовують звичайно від двох до чотирьох датчиків. Таке взаємодублювання датчиків покращує працездатність АЕС і дозволяє уникнути виникнення проблем з її експлуатацією або безпекою при виході з ладу одиночного датчика. Хоча дублювання приладів використовується в конструкції АЕС головним чином для підвищення безпеки й працездатності станцій, в останні роки в атомній енергетиці це дублювання використовується і для інших цілей, таких як перевірка калібрування технологічних приладів.

Для датчиків тиску, що не мають дублювання, моніторинг у режимі online застосовується для визначення дрейфу калібрування. У цьому методі сигнали на виході датчиків усереднюються, або моделюються. Вимірювання тиску, виконувані в динамічному режимі, характеризуються динамічною похибкою, обумовленою інерційністю первинного вимірювального перетворювача та адитивними шумами присутніми на його виході. Дана складова похибки вимірювань виявляється суттєво більшою всіх інших складових загальної похибки. У випадку комплексного використання вимірювальних систем із сучасними обчислювальними засобами і введення додаткової математичної обробки результатів вимірювань можна значно підвищити точність динамічних вимірів тиску, поліпшити метрологічні характеристики вимірювальних систем і значно розширити функціональні можливості існуючих датчиків. Це підвищує ефективність експлуатації

вимірювальних інформаційних систем на АЕС без значних додаткових матеріальних витрат.

Для вимірювання кожного технологічного параметра на АЕС використовують звичайно від двох до чотирьох датчиків [1,2]. Таке взаємодублювання датчиків покращує працездатність АЕС і дозволяє уникнути виникнення проблем з її експлуатацією або безпекою при виході з ладу одиночного датчика. Хоча дублювання приладів використовується в конструкції АЕС головним чином для підвищення безпеки й працездатності станцій, в останні роки в атомній енергетиці це дублювання використовується і для інших цілей, таких як перевірка калібрування технологічних приладів.

Для датчиків тиску, що не мають дублювання, моніторинг у режимі online застосовується для визначення дрейфу калібрування [2]. У цьому методі сигнали на виході датчиків усереднюються, або моделюються. На рис. 1 показані дані моніторингу в режимі online, отримані від чотирьох датчиків у парогенераторі АЕС. Кожний графік являє собою відхилення сигналу відповідного датчика від усередненого значення сигналів усіх чотирьох датчиків.

Представлені дані охоплюють період часу у два роки, що відповідає повній тривалості міжциклового технічного обслуговування реактора. Із представлених даних випливає, що ці датчики не зазнають калібровочного дрейфу, і тому їх не треба піддавати повторному калібруванню. Цей приклад ілюструє принцип моніторингу калібрування приладів технологічного контролю в режимі online на АЕС.

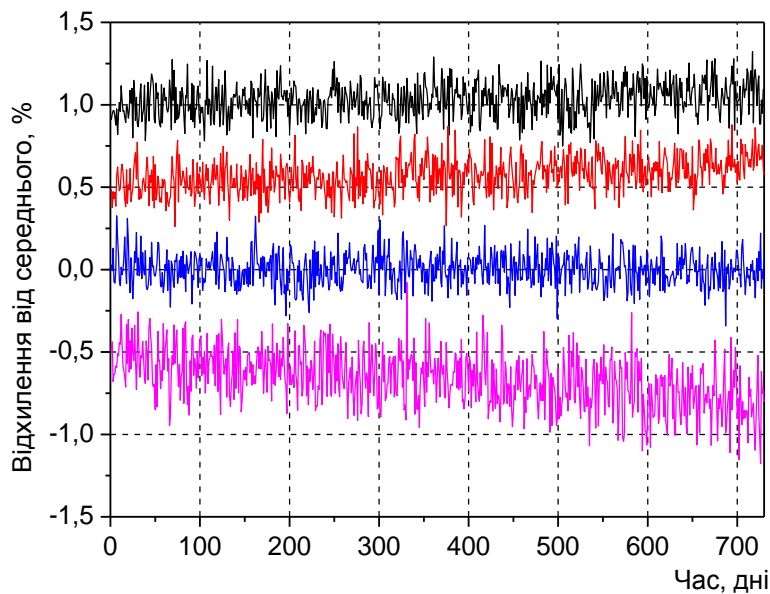


Рисунок 1 – Моніторинг у режимі online сигналів чотирьох взаємодублюємих датчиків САФІР-2171

Дані рис. 1 стосуються перевірки калібрування чотирьох датчиків в одній точці калібрівочної кривої. Щоб перевірити калібрування датчика в більш широкому діапазоні значень, дані online моніторингу реєструють не тільки під час експлуатації станції, але й під час періодів пуску й зупинки.

На рис. 2 показані результати моніторингу в режимі online для датчика тиску у вигляді функції його робочого діапазону. Видно, що дрейф калібрування датчика не перевищує 0,5% від його діапазону при роботі в області від 7,5 до 70% робочого діапазону.

Застосовність методу аналізу шумів для визначення часу реакції систем вимірювання тиску на техногенно-небезпечних об'єктах [2] залежить від справедливості трьох припущень.

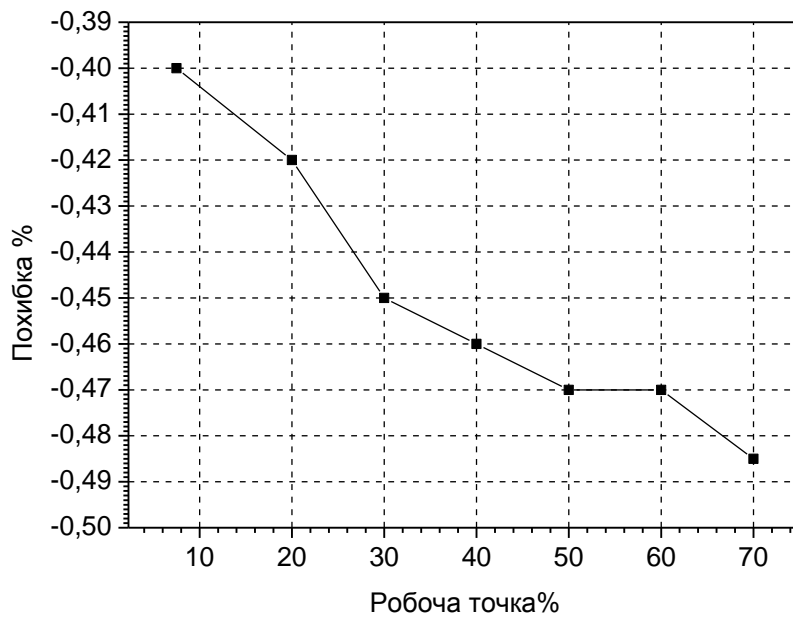


Рисунок 2 – Результати перевірки калібрування датчика тиску САФІР-2171 в широкому діапазоні

Ці припущення коротко описані нижче із згадкою наслідків будь-якого відхилення від них.

1) Шум технологічного процесу, що сприймається датчиком, є «білим» шумом, що означає плоский спектр або по суті нескінченний діапазон частот. Це, звичайно, є ідеальною моделлю шуму. Однак за умови, що спектр шуму технологічного процесу перевищує ширину діапазону частотної характеристики випробуваної системи, метод аналізу шумів буде давати результати прийнятної точності. Якщо дане припущення не виконується (тобто шум процесу має більш вузький діапазон частот, ніж випробовувана система), діапазон шуму процесу надасть домінуючий вплив на результати методу. Отже, результати визначення часу реакції методом аналізу шумів дадуть значення, що перевищує реальний час реакції системи вимірювання тиску.

2) Шум технологічного процесу не повинен містити великі резонанси, які можуть зрушити частоту зламу спектра шуму в бік більш високих частот. Якщо це допущення не задовольняється, то потрібно вводити поправки на

час проведення аналізу даних або при інтерпретації результатів; в іншому випадку, може виявитися, що консервативність оцінок часу реакції методом аналізу шумів дотримана не буде.

3) Випробовуваний датчик повинен мати лінійну або близьку до неї характеристику. У разі датчика з нелінійною характеристикою результати аналізу шумів будуть справедливими, якщо час реакції, що представляє інтерес, такий, що він може бути виміряний за допомогою випробувального сигналу з малою амплітудою, поданого при значенні тиску, близького до величини тиску, при якому датчик зазвичай працює на техногенно-небезпечних об'єктах.

Дослід показує, що всі ці три допущення зазвичай виконуються для датчиків тиску на техногенно-небезпечних об'єктах. Винятками є датчики тиску всередині захисної оболонки реактора, датчики рівня в баці-сховищі води та інші, у яких параметри технологічного процесу мають дуже малі флуктуації або взагалі не мають таких. Для дистанційного вимірювання часу реакції цих датчиків був розроблений метод, названий випробуванням «рожевим шумом».

Дані, що характеризують шум, аналізуються в частотному і (або) часовому діапазонах. Для аналізу даних у частотному діапазоні спочатку за допомогою алгоритму швидкого перетворення Фур'є (або алгоритму, йому еквівалентному) отримують спектральну щільність потужності (СЩП) сигналу шуму. Потім для цієї СЩП підбирають математичну модель системи вимірювання тиску, використовуючи яку і визначають час реакції системи. Графіки СЩП для датчиків тиску, застосовуваних на техногенно-небезпечних об'єктах, приймають різні форми, що залежить від того, яким чином встановлений і обслуговується датчик, від технологічного режиму і від інших умов. На рис. 3 представлений графік СЩП для датчика тиску системи охолодження другого контуру Хмельницької АЕС.

Для аналізу в часовому діапазоні, дані шуму обробляють за допомогою одновимірної програми авторегресивного моделювання, в результаті чого отримують реакцію на імпульс тиску (тобто, реакцію на короточасний стрибок тиску) і реакцію на ступеневу зміна тиску, з яких розраховується час реакції системи тиску. Зазвичай дані шуму аналізують як в частотному, так і в часовому діапазонах, і результати усереднюють, щоб отримати час реакції системи.

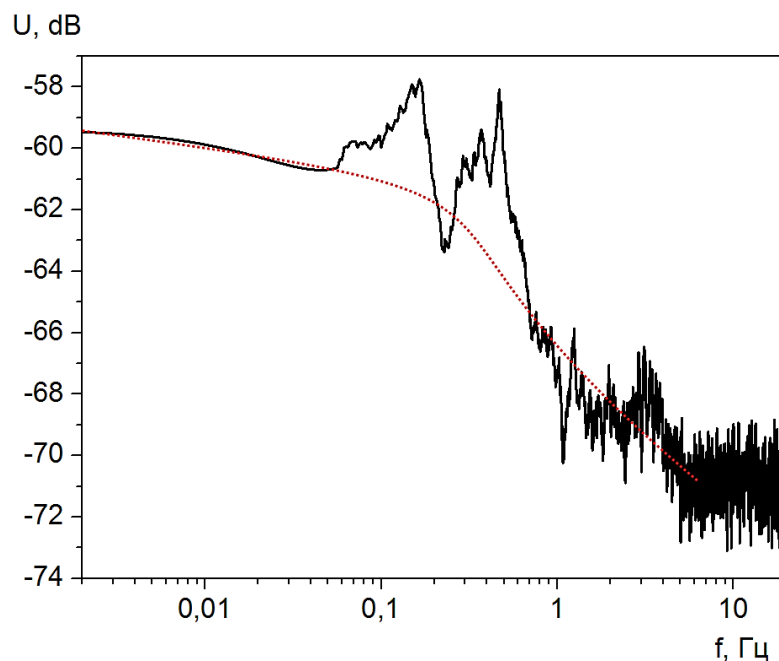


Рисунок 3 – Приклад СЩП для датчика тиску

Таким чином ґрунтуючись на результатах аналізу експериментальних даних були обґрунтовані обмеження використання методу шумів для online діагностики вимірювальних інформаційних систем тиску на техногенно-небезпечних об'єктах:

- 1) Шум технологічного процесу, що сприймається датчиком, є «білим» шумом;
- 2) Шум технологічного процесу не повинен містити великі резонанси, які можуть зрушити частоту зламу спектра шуму в бік більш високих частот;
- 3) Випробовуваний датчик повинен мати лінійну або близьку до неї характеристику.

Результати валідації методу шумів показали, що цей метод дозволяє визначити час реакції систем вимірювання тиску з точністю близько 10мс.

Література:

1. Ruan D. Power Plant Surveillance and Diagnostics / D. Ruan. Paper 23, pp. 355-376, Springer-Verlag (2012).
2. Hashemian H. M. New Instrumentation Technologies for Testing the Bonding of Sensors to Solid Materials, National Aeronautics and Space Administration, Marshall Space Flight Center NASA / CR-4744 (May 2013).

Плечова Є. О. студ.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Чайка В. В. студ.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Науковий керівник: к. т. н. доц. Коваль О. А. доц. каф. МБЖД ХНАДУ

ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ ТИСКУ

Останнім часом проводиться багато досліджень з вдосконалення методів з підвищення точності динамічних вимірювань та визначення динамічних характеристик (ДХ) вимірювальних каналів та систем. Це викликане з одного боку значним ростом інтенсифікації виробництва, а з іншого зростанням вимог до точності та достовірності контролю параметрів технологічного процесу. Разом з тим слід відмітити що на сьогодні не має чітко окреслених меж застосування того чи іншого методу з метрологічної точки зору.

Одним з головних завдань метрологічного забезпечення є нормування та визначення динамічних характеристик вимірювальних каналів тиску (ВКТ), які можуть бути повними і частковими [1, 2, 3]. Для нормування повних ДХ ВКТ встановлюються вимоги до залежності цих характеристик від вхідної