

## ДЖЕРЕЛА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВХІДНОЇ ДІЇ У ВИМІРЮВАЛЬНОМУ КАНАЛІ ТИСКУ

© О. Полярус, Є. Поляков, Я. Бровко, 2017

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

Як зазначено в [1], пристрій з невідомою моделлю не може бути використаний як засіб вимірювання. Вимірювальний канал тиску (ВКТ) складається з вимірювальної лінії (ВЛ) у вигляді довгої труби та датчика тиску і важко піддається математичному моделюванню. Для отримання моделі ВКТ необхідно мати математичний опис вхідного впливу (тиску) і виміряний з належною точністю сигнал на виході датчика тиску. Тоді отримання математичної моделі ВКТ перетворюється в задачу ідентифікації каналу, яка для нелінійного інерційного каналу є дуже складною. Слід також зазначити, що з плином часу характеристики ВЛ змінюються і виникає завдання коректування моделі в реальному масштабі часу. Отже, з практичної точки зору необхідно визначити тільки сигнал на вході ВКТ або математичний опис вхідної дії. Якщо вимірювальна лінія є ідеальною, тобто рідина в ній не має повітряних пустот та забрудненості, то весь ВКТ є близьким до лінійної неінерційної системи. При наявності в рідині зазначених аномалій канал перетворюється в нелінійну інерційну систему. Таким же він буде у випадку, коли вимірювальна лінія повністю наповнена газом, зокрема, повітрям.

Нами запропонований метод визначення вхідного сигналу ВКТ на основі використання моделі Гаммерштейна, коли вся модель каналу складається з послідовного з'єднання нелінійної неінерційної та лінійної інерційної ланок. При відомій імпульсній характеристиці останньої ланки і точно виміряному вихідному сигналу з допомогою методу, що розроблений авторами [2], можна отримати вхідний сигнал лінійної інерційної ланки. Він одночасно є вихідним сигналом нелінійної інерційної ланки. Цей сигнал розкладається в ряд Карунена-Лоева по ортогональним функціям з відомими коефіцієнтами, вхідний сигнал розкладається в такий же ряд, але з невідомими коефіцієнтами. Нелінійна функція перетворення першої ланки представляється поліномом з обмеженою кількістю членів і також з невідомими коефіцієнтами. Далі мінімізується інтеграл від квадрату різниці теоретичного вихідного сигналу нелінійної неінерційної ланки та цього ж сигналу, що раніше визначений при розв'язанні оберненої задачі вимірювань для лінійної інерційної ланки. В результаті оптимізації визначаються всі невідомі коефіцієнти, на основі яких відновлюється вхідний сигнал всього ВКТ і визначається нелінійна функція перетворення каналу, тобто отримується модель вимірювального каналу.

Для оцінки точності відновлення вхідного сигналу та достовірності моделі ВКТ необхідно проводити порівняння з еталонами. Слід зазначити, що вимірювальні канали тиску часто є унікальними об'єктами, які майже ніде не повторюються і, як правило, створювати для них ще один технічний об'єкт, що генерує еталонні вхідні дії, економічно недоцільно. Дуже складно також створити вимірювальну лінію з заданими функцією перетворення та імпульсною характеристикою. Отже, треба створювати віртуальні еталонні вхідні дії і віртуальні статичні та динамічні характеристики ВКТ шляхом математичного моделювання. В доповіді розглядаються в якості еталонних як детерміновані вхідні впливи у вигляді гармонічних та інших функцій, так і реалізації "зашумлених" детермінованих сигналів, тобто сигналів, до яких додавався білий шум з різними енергетичними характеристиками. Аналіз проведений також для експериментальних реалізацій вихідних сигналів ВКТ.

Точність відновлення вхідного сигналу та визначення параметрів моделі ВКТ залежать від багатьох факторів, частина з яких є відомими і які властиві всім вимірюванням, наприклад, нестабільність живлення приладів і обладнання ВКТ, суб'єктивні фактори тощо. Для типу задач, що розглядається, особливими джерелами похибок (невизначеності) відновлення вхідного сигналу та оцінки параметрів моделі каналу є:

- а) невизначеність вимірювання вихідного сигналу каналу;
- г) часова нестабільність роботи технічного об'єкту;
- е) неповнота довідкових даних про імпульсну характеристику каналу;
- ж) нераціональність вибраної системи ортогональних функцій;

- з) обмеженість числа членів ряду Карунена-Лоева;
- и) обмеженість тривалості інтервалу спостереження вхідної дії;
- і) неправильний вибір поліному, що описує нелінійну функцію перетворення вимірювального каналу.

Невизначеність відновлення вхідного сигналу, що отримана в результаті математичного моделювання, коливається в широких межах (від декількох відсотків до десятків і більше) і залежить від наявності апріорної інформації про вид нелінійності функції перетворення каналу, інерційність (постійну часу каналу) та інших факторів, що зазначені раніше.

*1. Пиотровский Я. Теория измерений для инженеров: Пер. с польск. – М.: Мир, 1989. – 335 с. 2. Полярус О. В. Наближене розв'язання оберненої задачі вимірювань та його метрологічне забезпечення. Монографія / О.В. Полярус, Є. О. Поляков // Монографія. – Х.: Видавництво „Лідер”, 2014.– 120с.*