

УДК 681.8:621.791.312:696.115 (043.2)

Монченко О.В., канд. тех.наук, доцент  
Мазуренко Є.І., студентка

Національний авіаційний університет, м. Київ, monchenko\_olena@ukr.net

### АКУСТИЧНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ВИТОКІВ РІДИНИ В ТРУБОПРОВОДАХ

Трубопровідні системи для будь-якого населеного пункту є найдорожчими і найуразливішими частинами інженерної інфраструктури [1]. Від їх надійної і безперебійної роботи залежить стан навколишнього середовища, комфортність мешкання, ефективна діяльність підприємств міста.

Для визначення місця пошкодження трубопроводу найбільш доцільно використати акустичний метод неруйнівного контролю. Ультразвукові методи контролю, що базуються на поширенні акустичних коливань і хвиль ультразвукового діапазону частот, займають домінуюче положення серед існуючих методів контролю та ідентифікації дефектів. До головних переваг даних методів можна віднести високу ймовірність виявлення найбільш небезпечних плоских дефектів: тріщини, непровари і несплавлення.

Для проектування акустичної системи доцільно побудувати діагностичну модель. Проведемо дослідження процесу формування акустичних сигналів витoku. Трубопровід має складну структуру, до якої входять труби різного діаметру і протяжності, розгалуження, повороти, регулююча арматура тощо. Вважатимемо, що трубопровід, що діагностується, є прямолінійним (рис. 1). Основною акустичною завадою є шум турбулентності, який обумовлений швидкістю потоку більше ніж 0,5 м/с при транспортуванні рідини в напірних трубопроводах та елементами трубопроводу – вигинами, звуженнями прохідного перетину, гнучкими вставками та ін.

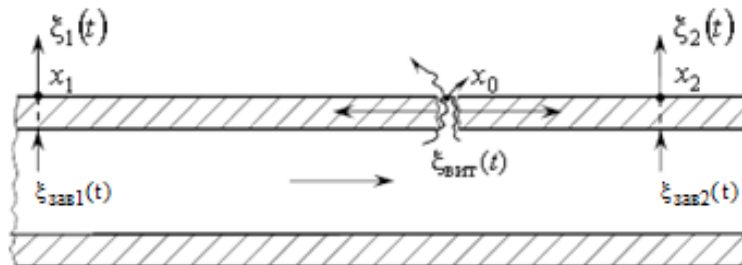


Рис. 1 – Схема ділянки діагностування трубопроводу

За виникнення течії в деякій точці  $x_0$  об'єкту діагностування внаслідок перепаду тиску відбувається виток робочої рідини з труби. Це призводить до генерування акустичного сигналу витoku  $\xi_v(t)$ , який поширюється трубопроводом в обидві сторони від точки  $x_0$  і реєструється встановленими в точках  $x_1$  і  $x_2$  труби приймальними перетворювачами (сенсорами). Сигнал витoku  $\xi_v(t)$  під час проходження акустично-електронним трактом може змінюватися внаслідок розбіжності хвиль, поглинання, розсіювання і дифракції, тому в загальному випадку сигнали  $\xi_1(t)$  і  $\xi_2(t)$  на виході перетворювачів відрізняються від сигналу витoku  $\xi_v(t)$ . Крім того, перетворювачі реєструють акустичні завади  $\xi_{зав}(t)$ .

Ідентифікувати тракти розповсюдження звуку можна за допомогою вимірювання взаємної спектральної функції, взаємної кореляційної функції між сигналами на виходах ЕАП1 та ЕАП2 або імпульсної перехідної характеристики труби при подачі до тракту відповідних акустичних сигналів (рис.2).

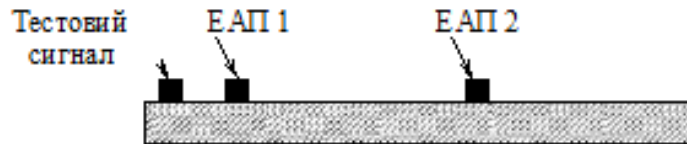


Рис.2 – Схема ідентифікації тракту розповсюдження акустичного сигналу

В роботі було проведено моделювання в середовищі Matlab. Генеруємо шум, що створений потоком рідини, за допомогою масиву випадкових чисел за гаусовим розподілом (обсяг  $N=1000$ ). Таким чином, ми маємо сигнал (рис. 3, а), прийнятий акселерометром 1. Сигнал, прийнятий акселерометром 2, зсуваємо на 100 (Рис. 3, б) і визначаємо взаємкореляційну функцію (рис.3.в). Далі знаходимо максимальне значення кореляційної функції та її відповідний номер вибірки. Номер вибірки і є місцем витoku рідини в трубопроводі. Результати моделювання представлені на рис.3.

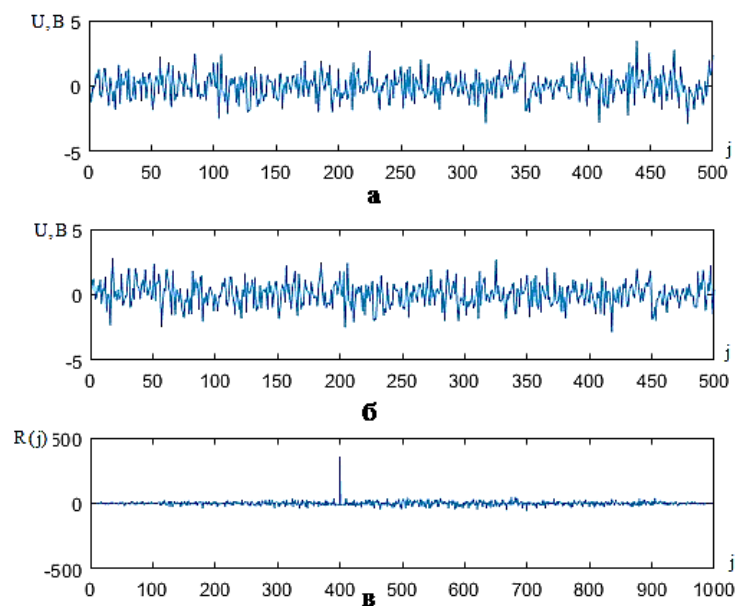


Рис.3 – Визначення місця витoku рідини в трубопроводі:

а– сигнал з першого акселерометра, б– сигнал з другого акселерометра, в– взаємкореляційна функція сигналів з першого і другого акселерометрів

В роботі [2] розглянуто імовірнісну характеристику сигналів  $\xi_1(t)$  і  $\xi_2(t)$ , а саме взаємкореляційну функцію.

В доповіді розглянуті питання розвитку методу акустичного контактного течозування в трубопроводах і розробці акустичної системи виявлення витоків рідини. Проводиться аналіз сучасного стану трубопровідних систем, розглядається ультразвуковий метод, обґрунтовується модель формування діагностичного сигналу витoku рідини в трубопроводі. Результати моделювання показали, що використовуючи взаємно кореляційну функцію, можна визначити місце пошкодження трубопроводу.

### Список посилань

1. Контроль утечек в трубопроводной арматуре в процессе эксплуатации / А.Д. Притужалов, Н.Л. Капитонов, А.В. Воронцов, А.М. Капитонов // Технологии нефти и газа. – 2012. – № 3. – С. 50.
2. Берегун В.С. Методи апроксимації щільності імовірності похибок вимірювань в системах діагностики об'єктів теплоенергетики / В.С. Берегун, Т.А. Полобюк // Проблемы промышленной теплотехники: VIII межд. конф., 8–11 октября 2013 г.: тезисы. – К., 2013. – <http://ittf.kiev.ua/>.