УДК 533.17

І.М. КОРЖОВ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна
О.Є. ТВЕРИТНИКОВА, канд. іст. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Опис натурного моделювання роботи акустичної системи виявлення витоків у газотранспортних трубопроводах

Стабільна, надійна та безвідмовна робота системи газопостачання визначається технічним станом газопроводів. Порушення герметичності газопроводів призводять до матеріальних збитків та до забруднення навколишнього середовища. Використання систем виявлення витоків (СВВ) допомагає мінімізувати втрати, здешевити та підвищити безпеку процесу транспортування газу через газопроводи. СВВ на основі акустичних хвиль, вловлюють та реєструють звукові хвилі, які утворюються при витоках. Основні переваги системи полягають у високій чутливості виявлення, точності визначення координат витоків, низькому відсотку помилкових спрацьовувань, високій швидкості виявлення [1].

Спроможність виявлення витоків у акустичних системах характеризується відношенням приймаючого потенціалу до ослаблення сигналу у середовищі. Це найбільш загальний та комплексний параметр, який враховує не тільки можливості приймача, а й особливості середовища. Потенціал виявлення – це потенційна спроможність системи виявляти на вибраній відстані виток який генерує сигнал, спектральна щільність якого дорівнює спектральній щільності шуму та перешкод, при прийомі й приведену до місця встановлення сенсорів. Потенціал виявлення дорівнює відношенню сигналу до шуму на виході корелятору при однаковій відстані від витоку до сенсорів з вказаною спектральною щільністю. При віддалені сенсорів від витоку кожен з сигналів ослаблюється у А разів по потужності. Оскільки взаємно кореляційна функція в потенціалі прийому вираховується по двом сигналам з двох сенсорів, напруга кожного з яких зменшиться у √А разів, то величина головного максимуму взаємно кореляційної функції, що визначає потенціал прийому та залежить від добутку напруги двох сигналів, зменшиться в А разів [2].

Якщо сигнал від витоку в багато разів вищий по потужності за потужність шумів та перешкод, то у цьому випадку напруга кожного з сигналів, що приймаються зросте у корінь квадратний від відношення рівня сигналу та рівня шумів разів. Величина головного максимуму взаємно кореляційної функції збільшиться у величину відношення рівня сигналу та рівня шумів і відповідно у стільки ж разів зросте потенціал виявлення. Це дає змогу збільшити відстань між сенсорами. Таким чином можливо оцінити параметри витоку та відстані на яких вони можуть бути виявлені.

Результати комп’ютерного моделювання показують реальну можливість контролю трубопроводу на відстанях до декількох десятків кілометрів між

датчиками. При практичному застосуванні дальність між датчиками буде дещо менше, так як при моделюванні не враховані безліч факторів, що впливають [2].

Для отримання практичного підтвердження (або спростування) даних комп'ютерного моделювання, а саме максимальну відстань між датчиками, час виявлення, чутливість, необхідно провести практичний експеримент на діючому газопроводі, але це небезпечно та дорого з економічної точки зору. Таким чином задача заміни газопроводу на фізичну натурну модель для експерименту, та створення такої моделі, актуальна з економічного боку та з погляду безпеки.

У якості фізичної моделі трубопроводу можливо використовувати лінійну трубу з повітрям під тиском. Заміна природного газу на повітря несе за собою поліпшення безпеки експерименту та його економічну ціну, але вносить похибку, так як повітря та природний газ мають різні параметри, такі як швидкість звуку та залежність коефіцієнту поглинання акустичних коливань від частоти. Але так як у математичній та комп'ютерній моделях розглядається сам трубопровід як середовище розповсюдження акустичних хвиль та акустичні сенсори встановлюються на трубу зовні, а параметри реальних витоків апріорно невідомі, це дає змогу знехтувати похибкою від такою заміни. У той же час такий підхід до експерименту не дає змогу оцінити вплив всіх вище згаданих факторів на роботу системи, але цей недолік не заперечує головній цілі, що полягає в практичному підтвердженні (або спростуванні) даних комп'ютерного моделювання. Також таке натурне моделювання дає змогу оцінити властивості різних акустичних сенсорів, та вплив зовнішнього середовища, перешкод і шумів на їх працездатність та проводити спостереження без обмежень у часі, що на реальному газопроводі майже не можливо.

Комп'ютерна модель вказує на можливість встановлення датчиків на відстанях до декількох десятків кілометрів, та для експерименту з економічної точки зору доцільне використання не повно розмірного шматку газопроводу, достатньо всього декількох метрів, але це можливо при умові, що матеріал труби буде максимально близько схожий на реальний газопровід. При дотримані цієї умови можливо оцінити параметри розповсюдження сигналу у трубопроводі, та розрахувати з визначеною довірчою ймовірністю відстань між сенсорами, для підтвердження даних комп'ютерного моделювання.

Приведений опис натурного моделювання має свої переваги та недоліки, але дає змогу досягнути поставленої мети експерименту, та дає змогу провести його з точки зору безпеки та економічної ціни.

Список літератури:

1. *Кутуков, С.Е.* Проблема повышения чувствительности, надёжности и быстродействия систем обнаружения утечек в трубопроводах/ *С.Е. Кутуков* // Информационные технологии. – УГНТУ. – Т. 2. – 2004. – С. 28-45.

2. *Коржов, І.М.* Моделювання можливостей системи виявлення витоків за методом акустичної кореляції / *І.М. Коржов, О.Є. Тверетникова* // Метрологія та прилади. – 2013. – №1 II (45). – С. 133–137.