

МЕТОД ОЦЕНКИ ФУНКЦИЙ КОГЕРЕНТНОСТИ В ЗАДАЧЕ ПОИСКА УТЕЧЕК ИЗ ТРУБОПРОВОДОВ

Определение мест утечек жидкости из трубопроводов под давлением является серьезной проблемой, особенно для скрытых трубопроводов [1].

Существует два инструментальных метода определения мест утечки в трубопроводах: акустический (слуховой) и корреляционный. Корреляционные течеискатели имеют достаточно высокие эксплуатационно-технические характеристики:

- высокую чувствительность, т.е. способность выявлять малые утечки;
- высокую точность определения местоположения утечек;
- высокую надежность результатов при определении мест утечек;
- независимость результатов от глубины прокладки трубопроводов;
- высокую помехоустойчивость при определении мест утечек;
- высокую производительность проверки трубопроводов.

Альтернативные – шумометрические технологии и системы, которые базируются на прямом измерении шума (звука), генерируемого утечкой, могут применяться на коротких трубопроводах с неглубокой прокладкой, поскольку имеют ряд недостатков:

- глубина прокладки трубопроводов не должна превышать 1,5 м – при больших глубинах надежность результатов резко падает;
- акустическая помехоустойчивость очень мала, поскольку шумометрические течеискатели для работы требуют, как правило, чтобы уровни внешних шумов не превышали уровней шума от утечки; для работы с шумометрическими течеискателями необходима практически полная тишина, что в реальных условиях труднодостижимо.

Наибольшую информативность для определения мест утечек имеют функции когерентности и взаимной корреляции. Эти функции имеют существенные различия для случаев отсутствия и наличия утечек: в первом случае они не имеют выраженных областей выбросов, а во втором такие выбросы наблюдаются.

Для получения количественных оценок функций когерентности целесообразно применять методы теории частичной когерентности [2]. Если излучаемый сигнал $s(t)$ существует на интервале от $-T$ до T , то его преобразование Фурье $S(T, \nu)$ удовлетворяет уравнению Гельмгольца $\nabla^2 S(T, \nu) + k^2 S(T, \nu) = 0$, где $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число, λ – длина волны. Тогда формальное решение этого уравнения относительно двух точек приема сигнала r_1 и r_2 имеет вид

$$S(r_i, T, \nu) = k_1(r_i, \nu)S(P_1, T, \nu) + k_2(r_i, \nu)S(P_2, T, \nu), \quad i = 1, 2, \quad (1)$$

где P_1 и P_2 – значения мощностей сигналов в точках r_1 и r_2 .

Используя уравнение (1), можно вычислить взаимный спектр мощности $I(P_1, P_2, \nu)$, который, по существу, представляет собой функцию взаимной (частичной) когерентности принимаемых сигналов для случаев наличия и отсутствия утечек.

Список литературы

1. Пономаренко А.В. Рациональный выбор параметров и структуры корпоративных информационно-вычислительных сетей для трубопроводных систем // Проблеми інформатизації та управління 3(31)2010 С. 132 – 138.

2. Beran M.J., Parrent G.B. Theory of partial coherence. – Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1964. – 193 pp.