

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ РОЗРОБКИ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ СИСТЕМИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ІНСПЕКЦІЇ НАФТОПРОВОДУ

Для вирішення задачі локалізації пристрою для інспекції нафтопроводу (pipe inspection gadget, скорочено - PIG) традиційно використовуються два підходи: застосування електромагнітного сигналу та застосування ультразвуку. Традиційні електромагнітні підходи до бездротової передачі потужності та сигналів пригнічуються через сильний екрануючий ефект Фарадея, представлений товстими металевими бар'єрами, що робить їх недостатньо ефективними. Як альтернатива, в останні роки все більше уваги приділяється передачі акустичної енергії за допомогою ультразвукової хвилі через металевий бар'єр.

Ультразвукові сенсорні технології широко застосовуються в різних галузях промисловості. Зокрема, вони використовуються для інспекції нафто- і газопроводів. Приклади такого застосування наведені на рис. 1. Важливою перевагою такого підходу, серед інших, є неінвазивне отримання інформації через стінку трубопроводу.

Можна отримати багато варіацій застосування таких систем.

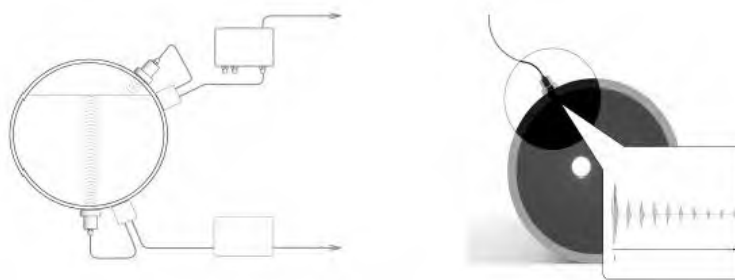


Рисунок 1 - Вимірювання через стінку - типова перевага ультразвукових вимірювань. Зліва: контроль рівня рідин (час проходження та інтенсивність використовуються для оцінки висоти заповнення або для контролю визначеного рівня заповнення), справа: вимірювання товщини стінки (час проходження та інтенсивність використовуються для оцінки висоти заповнення або для контролю заданих рівнів заповнення, праворуч: вимірювання товщини стінки (час проходження ехосигналу переданого імпульсу)

Компанія SONOTEC розробила метод ультразвукової передачі інформації щодо стану пристроїв для інспекції нафтопроводу [1]. Метод працює як система на основі фотоелектричного датчика. Ультразвуковий сигнал постійно надсилається трубопроводом. Частина сигналу відбивається від протилежної (відносно встановленого датчика) стінки трубопроводу, а потім приймається. Це можливо для комбінації сталевих стінок і нафти. Коли пристрій для інспекції нафтопроводу проходить повз позицію зонда, відбита частка сигналу розсіюється. Принцип роботи пояснюється за допомогою рис.2. Ця система дозволяє розпізнавати різні продукти, якщо коефіцієнт відбиття звукової хвилі цих продуктів відрізняється. Завдяки описаним вище фізичним принципам, деякі комерційні та експлуатаційні переваги використання ультразвукової технології є очевидними. При цьому датчик такої системи може бути легко встановлений за технологією спрощеного кріплення, яка не вимагає переривання технологічного процесу. Трубопровід не буде пошкоджений через безконтактний характер вимірювання. Такий підхід був застосований і для газопроводів. Відомо, що проходження ультразвуку через стінку в газ може бути успішним при високому тиску. Однак, певний мінімальний тиск повинен бути гарантований. [2]

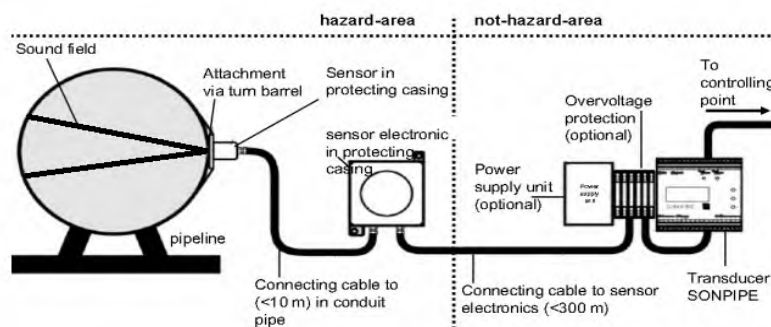


Рисунок 2 - Стандартна конфігурація передавального ультразвукового зонду для застосування на нафтопроводах

Тому для розгляду пропонується ідея розробки системи пошуку очисного пристрою, яка передбачає встановлення випромінювача ультразвукових сигналів безпосередньо на самому пристрої. Такий підхід дає можливість уникнути складнощів впровадження вищеописаної системи, а саме: вартість, необхідність розміщення датчиків через певну відстань на трубопроводі та великі обчислювальні потужності для обробки результатів, отриманих від ультразвукових сенсорів.

В системі, що пропонується, передбачається, що генератор ультразвукових сигналів буде вмикатись лише після того, як система дасть сповіщення що очисний пристрій застряг в трубопроводі. Пошук пристрою очистки може відбуватись за допомогою детектора ультразвукових коливань, який буде синхронізовано з випромінювачем. Детектор можна розмістити на будь-якій пересувній платформі, будь то дрон, невеликий підводний батискаф, або ж детектор може використовуватись безпосередньо оператором в ручному режимі для більш точного пошуку в зоні трубопровода, що вже локалізована. Спрощена структура системи зображена на рис. 3

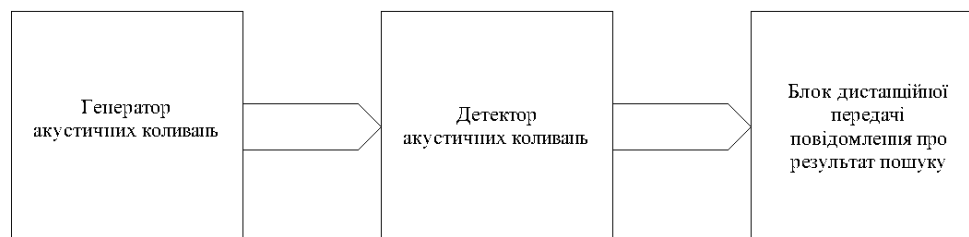


Рисунок 3 – Структурна схема системи пошуку пристроїв для інспекції нафтопроводу

**Висновки.** Запропонований метод дозволяє з високою надійністю локалізувати місце знаходження очисника в умовах його несанкціонованої зупинки. Прогрес у розробці датчиків і методів вимірювання, збільшення потужності бортових обчислень і новий алгоритм стане джерелом вдосконалених і розширених акустичних і ультразвукових методів.

На основі цього система пошуку може бути зібрана з готових компонентів та оснащена додатковими модулями, що дозволяють, наприклад, використання GPS для передачі координат знайденого пристрою через мобільну мережу. При цьому не потрібно встановлювати спеціальні прилади вздовж всієї протяжності трубопроводу.

**References:**

1. H.-J. Münch, S. D. T. Horst Meyer, T. D. Fritsche, and S. Kobitsch-Meyer, “Newt detection device and newt detection method”, German Patent EP2075594A3.
2. W. K. Brown, V. Diatschenko, J. R. Stoy, “Passive Acoustic Detection of Pipeline Pigs”, US Patent 5,549,000.