

Корисна модель належить до галузі залізничного транспорту, зокрема стосується систем моніторингу та забезпечення безпеки руху, і може бути використана для безперервного контролю стану залізничної колії та виявлення перешкод на значній відстані (2-4 км) попереду поїзда, що рухається, з використанням технології розподіленого акустичного зондування DAS на оптоволоконні.

Відомі системи моніторингу залізничної інфраструктури з використанням технології розподіленого акустичного зондування (DAS).

Як найближчий аналог обрано систему, розкриту у міжнародній заявці WO/2013/124681 стосується винаходу під назвою "Monitoring Transport Network Infrastructure" номер публікації: WO/2013/124681, дата публікації: 29 серпня 2013 року. У системі пропонується використовувати оптоволоконний кабель, розгорнутий уздовж колії, для виявлення акустичної/вібраційної відповіді інфраструктури (тунелів, мостів, колії) на рух поїздів. Аналіз цих вібрацій дозволяє робити висновки про загальний стан інфраструктури.

Недоліком найближчого аналога є те, що вона орієнтована на аналіз вібрацій, що генеруються поїздом, для моніторингу стану колії безпосередньо під ним або поблизу нього. Однак вона не вирішує проблему, коли цей самий потужний шум, що генерується поїздом, стає перешкодою для виявлення слабких сигналів від потенційних дефектів або перешкод на значній відстані попереду поїзда. Акустична сигнатура поїзда маскує ці потенційні загрози, що не дозволяє завчасно їх виявити та зреагувати.

Задачею корисної моделі є створення системи моніторингу стану залізничної колії та виявлення перешкод на значній відстані (2-4 км) попереду поїзда, що рухається, з використанням інтегратор розподіленого акустичного зондування DAS на оптоволоконні, який забезпечує підвищену надійність виявляє за рахунок ідентифікації та компенсації механічних вібрацій та акустичного шуму, що генеруються самим поїздом і впливають на вимірювання на ділянці колії попереду нього.

Поставлена задача вирішується тим, що в системі моніторингу стану залізничної колії для виявлення перешкод попереду поїзда з використанням розподіленого оптоволоконного акустичного зондування, що складається з оптоволоконного сенсорного кабелю, розгорнутого вздовж залізничної колії, по якій їде поїзд, згідно з корисною моделлю, до оптоволоконного сенсорного кабелю підключено інтегратор розподіленого оптоволоконного акустичного зондування DAS та блок обробки даних, який отримує акустичні сигнали вздовж залізничної колії, що виконаний з можливістю визначення місцезнаходження і швидкості поїзда, причому інтегратор розподіленого акустичного зондування DAS виконаний з можливістю надсилання оптичних імпульсів в оптоволоконний сенсорний кабель, при цьому система виконана з можливістю формування та передачі сигналу тривоги машиністу через систему керування рухом поїзда.

Корисна модель пояснюється кресленням, на якому наведені такі позиції:

- 1 - оптоволоконний сенсорний кабель;
- 2 - залізнична колія;
- 3 - інтегратор розподіленого акустичного зондування DAS;
- 4 - блок обробки даних;
- 5 - існуючі системи передачі та керування рухом поїздів;
- 6 - поїзд.

Система моніторингу стану залізничної колії 2 та виявлення перешкод попереду поїзда 6 на відстані 2-4км з використанням розподіленого оптоволоконного акустичного зондування складається з оптоволоконного сенсорного кабелю 1, який прокладений вздовж залізничної колії 2, до якого підключений інтегратор розподіленого акустичного зондування DAS 3 та блок обробки даних 4, через існуючі системи передачі та керування рухом поїздів 5.

Система працює наступним чином інтегратор розподіленого акустичного зондування DAS 3 посилає оптичні імпульси в оптоволоконний сенсорний кабель 1 та аналізує зворотно-розсіяне світло на основі когерентної оптичної рефлектометрії в часовій області (Ф-OTDR), що дозволяє вимірювати акустичні/вібраційні впливи вздовж усієї довжини оптоволоконного сенсорного кабелю 1 для отримання даних про акустичні/вібраційні події вздовж залізничної колії 2. Блок обробки даних 4 за допомогою даних DAS 3 визначає поточні параметри поїзда 6, а саме його місцезнаходження та швидкість. Блок обробки даних 4 аналізує дані DAS з ділянки залізничної колії 2 поблизу поїзда 6 для ідентифікації та характеристики механічних вібрацій та акустичного шуму, що генеруються поїздом. Здійснюється обробка даних DAS, отриманих з цільової ділянки моніторингу (2-4 км) попереду поїзда. З метою усунення впливу ідентифікованих вібрацій та шуму поїзда 6 формується еталонний сигнал шуму поїзда, його параметри (амплітуда, фаза) адаптуються для максимального узгодження з компонентою шуму на цільовій ділянці, після чого адаптований сигнал віднімається від повного сигналу за допомогою алгоритму найменших середніх квадратів (LMS) та застосовується смуго-загороджувальний або адаптивний частотно-хвильовий фільтр для видалення частотних складових, характерних для шуму поїзда на його поточній швидкості. Отримані після компенсації дані аналізуються на наявність аномалій, що можуть свідчити про порушення цілісності залізничної колії або наявність перешкод. У разі виявлення аномалії, що перевищує встановлені пороги, генерується

сигнал тривоги для машиніста через існуючі системи передачі та керування рухом поїздів.

Отримуємо від роботи цієї системи:

- ідентифікацію характеристичного сигналу шуму, генерованого поїздом, що рухається, на основі даних DAS з ділянки на відстані (2-4 км) попереду поїзда;

- компенсацію впливу зазначеного шуму в даних DAS, отриманих з цільової ділянки моніторингу, розташованої попереду поїзда, шляхом обробки цих даних з використанням ідентифікованого характеристичного сигналу шуму для отримання скомпенсованих даних;

- аналіз скомпенсованих даних на наявність аномалій, що свідчать про порушення цілісності колії або наявність перешкод, з подальшою генерацією сигналу попередження у разі виявлення таких аномалій;

- компенсацію впливу шуму виконується шляхом адаптивного віднімання характеристичного сигналу шуму;

- характеристичний сигнал шуму адаптують за амплітудою та фазою перед відніманням з використанням алгоритму найменших середніх квадратів (LMS);

- компенсацію впливу шуму виконують шляхом фільтрації частотних складових, характерних для характеристичного сигналу шуму;

- аналіз скомпенсованих даних включає їх порівняння з еталонним сигналом непошкодженої колії.

Технічний результат полягає у підвищенні безпеки залізничного руху поїздів за рахунок забезпечення надійного моніторингу стану залізничної колії та виявлення перешкод на значній відстані попереду поїзда шляхом ефективної компенсації завад, що генеруються самим поїздом.

