



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **82103** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
E01C 23/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2012 14620</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.12.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2013</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2013, Бюл.№ 14</p>	<p>(72) Винахідник(и): Новаковський Дмитро Миколайович (UA), Кіяшко Ігор Володимирович (UA), Жданюк Валерій Кузьмович (UA), Волювач Сергій Васильович (UA), Пархоменко Олександр Юрійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Новаковський Дмитро Миколайович, вул. Героїв Праці, 37-б, кв. 1, м. Харків, 61058 (UA), Кіяшко Ігор Володимирович, вул. Верещагіна, 25, м. Харків, 61110 (UA), Жданюк Валерій Кузьмович, вул. Данилевського, 17, кв. 64, м. Харків, 61058 (UA), Волювач Сергій Васильович, пр. Леніна, 23, кв. 79, м. Харків, 61166 (UA), Пархоменко Олександр Юрійович, вул. Ньютона, 133, кв. 231, м. Харків, 61162 (UA)</p>
--	--

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ ТА ТОВЩИН АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ШАРІВ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

(57) Реферат:

Пристрій для визначення модуля пружності та товщини асфальтобетонних шарів дорожнього покриття, що включає джерело живлення, імпульсне джерело пружних поверхневих хвиль, датчики реєстрації розповсюдження пружних поверхневих хвиль і блок обробки результатів вимірювань, крім того, містить як імпульсне джерело пружних поверхневих хвиль електромагнітний соленоїд, як датчики реєстрації розповсюдження пружних поверхневих хвиль п'єзоелектричні віброакселерометри, які розташовані на визначених відстанях один від одного, а блок обробки результатів вимірювань складається з модуля аналого-цифрових перетворювачів, модуля виводу дискретних сигналів і комп'ютера зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням.

UA 82103 U

Корисна модель належить до пристроїв з приладами для неруйнівного контролю параметрів якості монолітних шарів нежорстких дорожніх одягів, зокрема модуля пружності та товщини асфальтобетонних шарів дорожнього покриття, які застосовують при будівництві та експлуатації автомобільних доріг.

5 Відомі пристрої для випробувань дорожніх одягів вібраційним навантаженням з використанням різних генераторів (вібраторів, пульсаторів) коливань з частотою від 5 до 75 Гц. Характеристикою якості дорожнього одягу у цьому випадку є швидкість розповсюдження пружних хвиль, по значеннях якої розраховують модулі пружності та коефіцієнт Пуассона.

10 [Апестин В.К., Шак А.М., Яковлев Ю.М. Испытание и оценка прочности нежестких дорожных одежд. -М: Транспорт, 1977. - С. 11].

Недоліком таких пристроїв є неможливість отримання при відносно низьких частотах коливань характеристик окремих асфальтобетонних шарів дорожнього одягу, і тому результати цих випробувань важко використовувати як параметри контролю їх якості.

15 Найбільш близьким до запропонованого є пристрій для вимірювання швидкості пружних поверхневих хвиль (релеєвських хвиль) в твердих матеріалах (оптичне скло, топлений кварц) імпульсним методом, який включає джерело живлення, як імпульсне джерело пружних поверхневих хвиль містить генератор прямокутних імпульсів, високочастотний генератор (2,5...8 МГц) та випромінюючий клиновий перетворювач з елементом зворотного п'єзоелектричного ефекту, як датчик реєстрації розповсюдження пружних поверхневих хвиль

20 містить приймаючий клиновий перетворювач з елементом прямого п'єзоелектричного ефекту, як блок обробки результатів вимірювань містить підсилювач високої частоти з детектором та електронний осцилограф.

[Виноградов К.Н., Ульянов Г.К. Измерение скорости и затухания ультразвуковых поверхностных волн в твердых телах. - Акустический журнал, 1959. - Т. 5. - Вып. 3. - С. 290-293].

25 Проте недоліком відомого пристрою є, по-перше, необхідність багаторазового переміщення приймаючого клинового перетворювача по поверхні для ефективної реєстрації пружних поверхневих хвиль широкого частотного спектра, які неминуче генеруються при імпульсному навантаженні поверхні. Внаслідок цього значно уповільнюється та ускладнюється як процес вимірювань швидкості релеєвських хвиль в залежності від їх частоти для побудови дисперсійної

30 кривої, так і процес обробки результатів вимірювань. Крім того, висока частота тестового сигналу вносить додаткові суттєві похибки при вимірюванні швидкості розповсюдження пружних поверхневих хвиль в неоднорідних матеріалах, до яких належить асфальтобетон.

По-друге, відомий пристрій непридатний для польових умов тестування асфальтобетонних шарів покриття через його конструктивні особливості, які пристосовані до лабораторних

35 вимірювань.

Задачею корисної моделі є створення такого пристрою для визначення модуля пружності та товщини асфальтобетонних шарів дорожнього одягу, конструкція якого забезпечує прискорення та спрощення як процесу вимірювання швидкості пружних поверхневих хвиль, так і процесу обробки результатів вимірювань, а також дає можливість використання пристрою у польових

40 умовах тестування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що пристрій для визначення модуля пружності та товщини асфальтобетонних шарів дорожнього одягу, який включає джерело живлення, імпульсне джерело пружних поверхневих хвиль, датчики реєстрації розповсюдження пружних поверхневих хвиль і блок обробки результатів вимірювань, згідно з корисною моделлю,

45 містить як імпульсне джерело пружних поверхневих хвиль електромагнітний соленоїд, як датчики реєстрації розповсюдження пружних поверхневих хвиль п'єзоелектричні віброакселерометри, які розташовані на визначених відстанях один від одного, що забезпечує ефективну реєстрацію вертикальних коливань поверхні асфальтобетонного шару при проходженні хвиль різної частоти, а блок обробки результатів вимірювань складається з модуля

50 аналого-цифрових перетворювачів, модуля виводу дискретних сигналів і комп'ютера зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням.

Між суттєвими ознаками корисної моделі, що заявляються, та технічним результатом, який досягається, існує причинно-наслідковий зв'язок.

На Фіг. 1 наведена блок-схема запропонованого пристрою, де 1 - джерело живлення; 2 - електромагнітний соленоїд; 3 - п'єзоелектричні віброакселерометри; 4 - спліттер; 5 - модуль аналого-цифрових перетворювачів; 6 - модуль виводу дискретних сигналів; 7 - портативний комп'ютер.

Запропонований пристрій функціонує наступним чином.

60 Електромагнітний соленоїд 2, який електрично комутований з джерелом живлення 1 та з модулем виводу дискретних сигналів 6, перетворює електромагнітний імпульс в механічний

імпульс осердя соленоїда, що викликає ударне імпульсне навантаження на поверхню асфальтобетонного шару дорожнього одягу 8. Оскільки швидкість такого навантаження дуже велика, асфальтобетон, який є в'язко-пружним матеріалом, у цьому випадку можна розглядати як пружне тіло. Внаслідок ударного імпульсу в структурі дорожнього одягу утворюються пружні

поверхневі хвилі (релеєвські хвилі). Вони мають широкий суцільний частотний спектр коливань і складаються з сукупності хвиль всіх частот від низьких до таких, період яких близький до тривалості імпульсу.

Електромагнітний соленоїд 2, який використовують у запропонованому пристрої, здатен генерувати релеєвські хвилі з частотою у діапазоні 1000...35000 Гц, що дозволяє коректно вимірювати швидкість їх розповсюдження в асфальтобетонних шарах товщиною 0,04...0,15 м, характерних для практики дорожнього будівництва.

Вертикальні коливання поверхні асфальтобетонного шару дорожнього одягу 8 при проходженні пружних хвиль реєструють за допомогою п'єзоелектричних віброакселерометрів 3, призначених для вимірювання віброприскорення руху поверхні та перетворення його в електричний сигнал. Чутливість їх розрахована на коректну реєстрацію коливань інформативного частотного діапазону. Параметри обладнання для обробки сигналів акселерометра оптимізовано згідно з теоремою Котельникова-Шеннона та необхідною точністю реєстрації.

Оптимальні відстані x_1 , x_2 та x_3 між п'єзоелектричними віброакселерометрами 3 вибрані з урахуванням як мінімальної довжини λ_{\min} , так і максимальної довжини λ_{\max} пружних поверхневих хвиль, що генеруються при імпульсному ударному навантаженні поверхні шару:

$$\frac{1}{3} \lambda_{\min} \leq x_1 \leq 2\lambda_{\min}$$

$$\frac{1}{3} \lambda_{\max} \leq x_2 \leq 2\lambda_{\max}$$

$$x_3 = x_1 + x_2$$

Таке їх розташування дозволяє одночасно реалізувати декілька схем вимірювання швидкості розповсюдження релеєвських хвиль між віброакселерометрами 3 на відстанях x_1 , x_2 та x_3 відповідно, що прискорює та спрощує як процес вимірювань, так і процес подальшої обробки результатів.

Для підключення віброакселерометрів 3 до джерела живлення 1 та модуля аналого-цифрових перетворювачів 5 використовують спліттер 4, який забезпечує розділення постійного складника джерела живлення та змінного складника вимірюваних сигналів з віброакселерометрів 3. Модуль аналого-цифрових перетворювачів 5, призначений для реєстрації електричних сигналів з віброакселерометрів 3, має паралельні канали, кожен з яких має диференційний вхід, сигма-дельта-АЦП, вбудований фільтр нижніх частот для обмеження смуги сигналу на частоті зрізу 0,48 від встановленої частоти перетворення та фільтр верхніх частот з частотою зрізу 0,7 Гц для компенсації постійного складника сигналу. Всі паралельні канали синхронізовано, що дозволяє використовувати модуль аналого-цифрових перетворювачів 5 для вимірювання фазової швидкості.

Модуль виводу дискретних сигналів 6 призначено для керування системою позиціонування віброакселерометрів 3 та електромагнітним соленоїдом 2. Для зручності використання модуль аналого-цифрових перетворювачів 5 та модуль виводу дискретних сигналів 6 конструктивно вмонтовані у двосекційний крейт. Це забезпечує збір даних та керування електронними блоками через інтерфейси портативного комп'ютера 7, призначеного для обробки результатів вимірювань за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Запропонована схема вимірювань з визначеними відстанями x (x_1 , x_2 або x_3) між віброакселерометрами 3 дозволяє обчислити швидкість $v_r(f)$ хвилі Релея з частотою f :

$$v_r(f) = \frac{x}{t(f)}$$

Час проходження $t(f)$ окремим частотним складником сигналу відстані між двома фіксованими точками поверхні:

$$t(f) = \frac{\varphi(f)}{360 \cdot f}$$

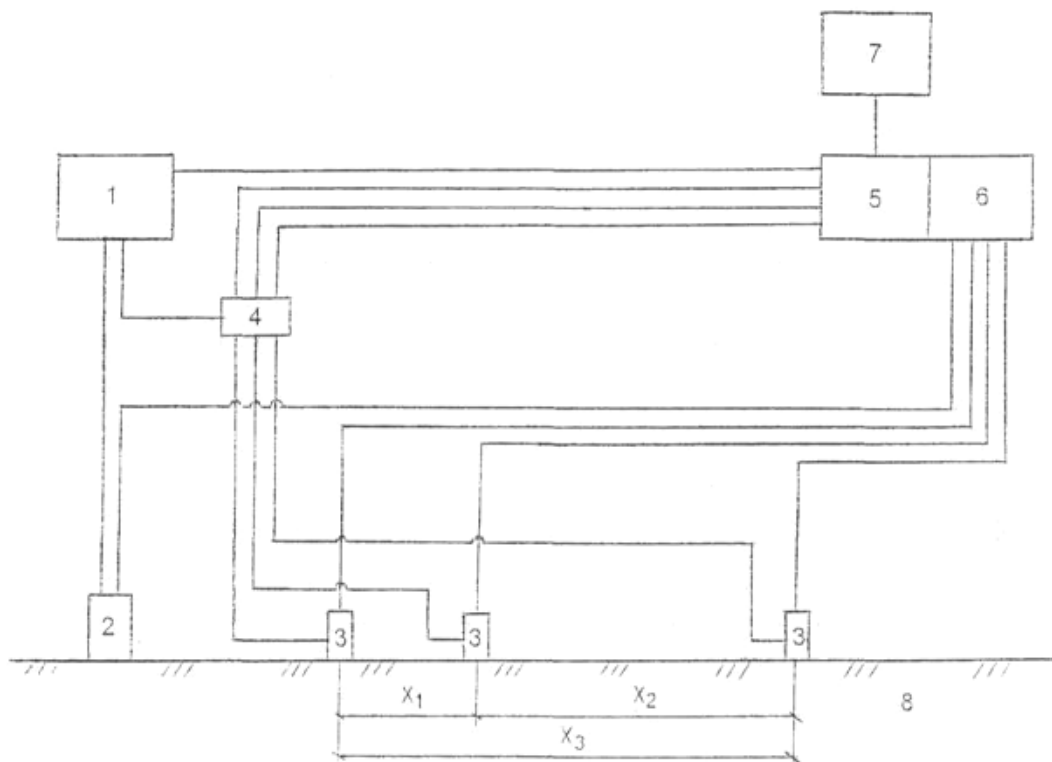
залежить від зсуву фази $\varphi(f)$, який визначають шляхом обчислення функції взаємного спектра двох реєстрованих нестационарних сигналів, для кожного з яких виконують перетворення Фур'є.

Отриману дисперсійну криву залежності швидкості розповсюдження релеєвських хвиль від їх частоти, яка є характеристикою пружних властивостей шаруватого середовища, використовують для визначення модуля пружності та товщини асфальтобетонних шарів дорожнього одягу.

5 Таким чином, запропонований пристрій забезпечує прискорення та спрощення як процесу вимірювання швидкості пружних поверхневих хвиль, так і процесу обробки результатів вимірювань, а також дає можливість використання пристрою у польових умовах тестування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу.

10 **ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

Пристрій для визначення модуля пружності та товщини асфальтобетонних шарів дорожнього покриття, що включає джерело живлення, імпульсне джерело пружних поверхневих хвиль, датчики реєстрації розповсюдження пружних поверхневих хвиль і блок обробки результатів вимірювань, який **відрізняється** тим, що містить як імпульсне джерело пружних поверхневих хвиль електромагнітний соленоїд, як датчики реєстрації розповсюдження пружних поверхневих хвиль п'єзоелектричні віброакселерометри, які розташовані на визначених відстанях один від одного, а блок обробки результатів вимірювань складається з модуля аналого-цифрових перетворювачів, модуля виводу дискретних сигналів і комп'ютера зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням.



Комп'ютерна верстка М. Ломалова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601