



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **53506** (13) **U**
(51) МПК (2009)
G01N 29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МОДУЛЯЦІЙНИЙ СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ЗВУКУ В МАТЕРІАЛАХ

1

2

(21) u201003897

(22) 06.04.2010

(24) 11.10.2010

(46) 11.10.2010, Бюл.№ 19, 2010 р.

(72) СОКОЛОВСЬКИЙ ЯРОСЛАВ ІВАНОВИЧ,
СТОРОЖУК ОЛЕКСАНДР ЛЕОНІДОВИЧ, БОРИ-
СОВ ВІКТОР МИХАЙЛОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕР-
СИТЕТ УКРАЇНИ

(57) Модуляційний спосіб вимірювання швидкості
звуку в матеріалах на відомій базі прозвучування,

за яким проводять вимірювання на різних частотах і контролюють зсув фаз акустичних коливань у зразку, який **відрізняється** тим, що для вимірювання використовують частотномодульований сигнал, при цьому зміною девіації частоти досягають рівності відповідної девіації зсуву фаз у зразку заданій сталій величині, а швидкість звуку визначають за отриманою величиною девіації частоти сигналу.

Корисна модель належить до матеріалознавства і може бути використана для дослідження методом неруйнівного контролю фізико-механічних параметрів матеріалів

Відомий частотно-фазовий спосіб вимірювання швидкості звуку в матеріалах [1], при якому вимірювання проводять на двох довільних частотах, знаходять різницю зсувів фаз у зразку на цих частотах, а швидкість звуку знаходять як добуток бази прозвучування на відношення різниці частот вимірювання до різниці зсуву фаз на базі прозвучування на цих частотах, виражену у долях періоду. Наслідком опосередкованого вимірювання у відомому способі є багатоетапність вимірювань, наявність операцій налаштування приладів, необхідність запам'ятовування результатів проміжних вимірювань та обчислення кінцевого результату.

Метою корисної моделі є зменшення кількості операцій, спрощення технології вимірювання, та отримання швидкості звуку, як результату вимірювання. Таким чином спосіб зводиться до прямого вимірювання фізичної величини [2].

Поставлена мета досягається тим, що для вимірювання використовують частотно-модульований сигнал, зміною девіації частоти досягають рівності відповідної девіації зсуву фаз у зразку заданій сталій величині, а швидкість звуку визначають за отриманою величиною девіації частоти сигналу.

На Фіг. 1 зображено приклад структурної схеми пристрою, що реалізує пропонуваний спосіб.

Генератор 1 виробляє сигнал модуляції, який після проходження підсилювача 2 із системою автоматичного регулювання підсилення (АРП) подається на вхід модуляції генератора 3. За допомогою генератора 1, підсилювача 2 та генератора 3 отримують тестовий частотно-модульований сигнал, який перетворюється випромінювачем 4 в акустичні коливання, що розповсюджуються через зразок 5, і на відстані бази прозвучування L досягають приймача 6. Після підсилення підсилювачем 7 цей сигнал використовують для знаходження зсуву фаз у зразку за допомогою фазового детектора 8. Змінна складова вихідного сигналу фазового детектора, відповідна до девіації зсуву фаз частотно-модульованого сигналу у зразку, подається на керуючий вхід автоматичного регулювання підсилювача 2. За допомогою системи АРП, що змінює амплітуду вихідного сигналу підсилювача 2, для кожного зразка встановлюють таку глибину модуляції частоти генератора 3, яка забезпечує заданий в АРП рівень девіації зсуву фаз, і, відповідно, амплітуду вихідного сигналу фазового детектора 8. Величину сигналу модуляції на виході підсилювача 2 пропорційну до швидкості звуку у зразку вимірюють вольтметром змінного струму 9, шкалу якого можна проградувати в одиницях швидкості. Розглянемо кількісні відношення параметрів такої схеми. Швидкість звуку дорівнює [1]:

$$c = 2 \cdot \pi \cdot L \cdot \frac{f_1 - f_2}{\varphi_1 - \varphi_2} = L \cdot \frac{f_1 - f_2}{\varphi_1 - \varphi_2} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot L}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L^2}{\varphi_1 - \varphi_2} \cdot (f_1 - f_2), \quad (1)$$

де: c - швидкість звуку;

(19) **UA** (11) **53506** (13) **U**

π - число $\pi=3,1415\dots$;

L - база прозвучування;

f_1-f_2 - девіація частоти коливань генератора 3;

$(\varphi_1-\varphi_2)$ - девіація зсуву фаз коливань на базі прозвучування L ; Відповідно до (1), якщо девіація зсуву фаз $(\varphi_1-\varphi_2)$ (що стабілізується системою АРП) є сталою величиною і база прозвучування L фіксована, то швидкість звуку лінійно залежить від девіації частоти (f_2-f_1) генератора 3, викликаній зміною рівня сигналу на вході модуляції (вихідного сигналу підсилювача 2):

$$f_1-f_2=k_{\pm i} \cdot \Delta U; (3)$$

де: f_1-f_2 - девіація частоти коливань генератора 3;

$k_{\pm i}$ - коефіцієнт модуляції частоти генератора 3;

ΔU - змінна складова напруги модуляції.

Внаслідок вимірювання змінної напруги ΔU отримуємо величину пропорційну до швидкості звуку у зразку. Зокрема за умов:

$$\varphi_1-\varphi_2=\pi \cdot k_{\pm i} (4)$$

$$L=1/2 (m), (5)$$

та з урахуванням (3) отримуємо:

$$c = \frac{2 \cdot \pi \cdot L}{\varphi_1 - \varphi_2} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot L / 2}{\pi \cdot k_{\pm i}} \cdot \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{k_{\pm i}} = \Delta U \cdot \frac{1}{\text{сек}} \cdot \frac{1}{\text{сек}} \cdot \frac{1}{\text{сек}} \quad (6)$$

де: c - швидкість звуку;

π - число $\pi=3,1415\dots$;

L - база прозвучування;

f_1-f_2 - девіація частоти коливань генератора 3;

$\varphi_1-\varphi_2$ - девіація зсуву фаз коливань на базі прозвучування L ;

$k_{\pm i}$ - коефіцієнт модуляції частоти генератора 3;

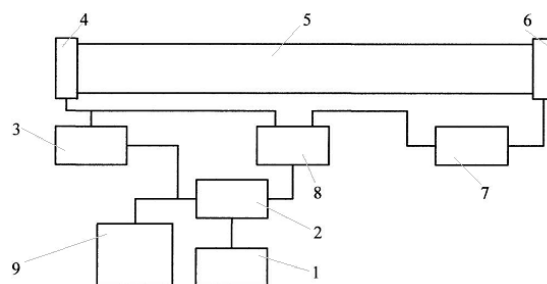
ΔU - змінна складова напруги модуляції.

Умови (4;5) не є обов'язковими. У випадку інших, але постійних, значень девіації зсуву фаз $\varphi_1-\varphi_2$ або бази прозвучування L коефіцієнт пропорційності між швидкістю звуку та напругою у виразі (6) буде сталим, але не рівним одиниці. Це не завадить вимірюванням і може бути скомпенсованим калібрувкою шкали вимірювального пристрою.

Джерела інформації:

1. Патент № 45913. Україна

2. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., та ін., Метрологія та вимірювальна техніка, Підручник За ред. проф. Є.С. Поліщука., - Львів, "Бескид Біт", 2003.



Фиг. 1