

Винахід відноситься до неруйнівного акустичного контролю і може бути використаний для визначення міцності матеріалів.

Відомий спосіб вимірювання механічних властивостей на основі визначення швидкості коливання ультразвуку в матеріалах [1], вибраний за прототип, який заснований на випромінюванні ультразвукових коливань з частотою f в дослідний матеріал двома випромінюючими перетворювачами, прийманні ультразвукових коливань, що пройшли наскрізь досліджуваний матеріал приймальним перетворювачем, вимірюванні параметрів коливань та визначенні з урахуванням вимірних параметрів і відстані l між випромінюючими перетворювачами швидкості ультразвуку в досліджуваному середовищі, який відрізняється тим, що з метою підвищення точності вимірювань, випромінюючі та приймальні перетворювачі встановлюються з протилежних сторін дослідного матеріалу, зміщують акустичні осі приймального і одного з випромінюючих перетворювачів, вибираючи відстань l між випромінюючими перетворювачами, виходячи з умови

$$l \leq c^2 / (2 \cdot \Delta c \cdot f),$$

де c - середня швидкість ультразвуку в досліджуваному матеріалі;

Δc - різниця між максимальними та мінімальними можливими значеннями швидкості ультразвуку в досліджуваному матеріалі.

Змінюючи у процесі випромінювання різницю фаз випромінювальних коливань, вимірюють різницю фаз $\Delta\varphi$ випромінювальних коливань та час максимуму амплітуди прийнятих коливань, а швидкість c ультразвуку в дослідному матеріалі визначають з формули

$$c = \sqrt{(\pi \cdot f) / (\Delta\varphi \cdot t)}.$$

Недоліком зазначеного способу є те, що при його застосуванні вимірюється одноосний напружений стан, який не залежить від впливу температурно-вологісного навантаження.

Суть запропонованого способу визначення напружено-деформівного стану в капілярно-пористих тілах полягає в підвищенні точності вимірювання компонент напружень з врахуванням об'ємних деформацій в тримірних координатах і залежності температурно-вологісного зусилля.

Поставлена мета досягається тим, що спосіб вимірювання напружено-деформівного стану капілярно-пористих колоїдних матеріалів заснований на випромінюванні ультразвукових коливань в досліджуваній матеріал та їх приймання трьома парами п'єзоперетворювачів, розташованих попарно на трьох вісях X , Y , Z дослідного взірця матеріалу в декартовій системі координат та оцінці компонент напружень матеріалу за часом поширення ультразвукових коливань між парами випромінюючих та приймальних п'єзоперетворювачів. При цьому одна пара п'єзоперетворювачів чутлива до поздовжніх хвиль і розташована вздовж осі X на поверхні взірця, а дві інші пари п'єзоперетворювачів чутливі до хвиль і розташовані на осях Y та Z з бокових сторін взірця. Оцінка напруженого стану проводиться за різницею часу поширення ультразвукових коливань між парами п'єзоперетворювачів, а відстань між випромінюючим та приймальним п'єзоперетворювачем кожної пари вибрана однаковою.

Як відомо, напружено-деформівний стан матеріалу описується системою рівнянь:

$$\sigma_x - m_1 \Delta(c_{sxy} + c_{sxz}) - m_2 \Delta c_{lx};$$

$$\sigma_y - \sigma_z - A(c_{sxy} + c_{sxz});$$

$$\sigma_y - \sigma_z - n_1 \Delta c_{lx,y} - n_2 \Delta(c_{sxy} + c_{sxz});$$

$$\Delta c_{sxl} = (c_{sxl} - c_{sxl0}) / c_{s0};$$

$$\Delta c_{lx} = (c_{lx} - c_{lx0}) / c_{l0};$$

де $i - y, z$,

m_1, m_2, n_1, n_2, A - параметри, які визначаються на основі термовологопружних властивостей матеріалу;

$\delta_x, \delta_y, \delta_z$ - компоненти напружень матеріалу вздовж осей X, Y, Z ;

c_{s0} - швидкість поширення поперечних хвиль при температурі 20°C і вологості 0%;

c_{l0} - швидкість поширення поздовжніх хвиль при температурі 20°C і вологості 0%;

c_{sxo} - швидкість поширення поперечних хвиль вздовж осей X, Y або X, Z при температурі 20°C і вологості 0%;

c_{lx0} - швидкість поширення поздовжніх хвиль вздовж осей X, Y або X, Z при температурі 20°C і вологості 0%;

c_{sxy} та c_{sxz} - швидкість поширення поперечних хвиль вздовж осей X, Y або X, Z фактичного стану матеріалу;

c_{lxy} - швидкість поширення поперечних хвиль вздовж осей X, Y фактичного стану матеріалу.

Швидкість ультразвукових хвиль визначається за формулою

$$c = l/t,$$

де c - швидкість ультразвукових хвиль;

l - відстань між випромінювачем та приймачем ультразвукових хвиль;

t - час проходження ультразвукових хвиль між випромінювачем та приймачем.

Коли $l = \text{const}$, швидкість ультразвукових хвиль зворотно пропорційна часу їх проходження. Таким чином, напружено-деформівний стан матеріалу можна визначити за часом проходження ультразвукових хвиль.

Спосіб вимірювання здійснюють таким чином.

На однаковій відстані l вздовж осей X, Y, Z розташовують три пари п'єзоперетворювачів, причому, перша пара п'єзоперетворювачів, яка є чутливою до поширення поздовжніх хвиль, розташована на поверхні взірця вздовж осі X . Дві інших пари п'єзоперетворювачів, чутливих до поширення поперечних хвиль, розташовані відповідно вздовж осей Y та Z . Для виконання умови $l = \text{const}$ поперечний переріз взірця в площині YZ має квадратну форму.

Почергово випромінюючи ультразвукові хвилі та приймаючи їх відповідними парами

п'єзоперетворювачів вздовж осей X, Y, Z, визначають час проходження цих хвиль. На основі різниці часу проходження визначають напружено-деформівний стан у матеріалі.