

Винахід відноситься до вимірювальної техніки, а більш конкретно - до засобів контролю й автоматизації і може бути використаний при випробуваннях матеріалів на "розтягання - стиск".

Відомі різноманітні способи і пристрої, застосовувані для випробувань матеріалів у діючому виробництві. Так у механічних лабораторіях для виміру деформації зразка при випробуваннях використовують резистивні, механічні й інші тензометри [1]. Їхнім недоліком є невеликий діапазон вимірів, як правило, до початку пластичної деформації.

При збільшенні діапазону виміру точність істотно падає, а при розриві зразка руйнується і сам тензометр.

Відомі також безконтактні оптоелектронні вимірники деформації, наприклад, що випускаються фірмою ZWICK (Німеччина) оптоелектронний екстензометр типу 066920 [2]. Він складається з оптичних голівок, що переміщуються, які безупинно стежать за двома контрольними плямами на поверхні зразка. Зміна відстані між осями голівок дорівнює деформації зразка при його навантаженні. Відомим вимірником можна визначити деформацію від початку навантаження до розриву зразка. Недолік екстензометра полягає у великій складності і вартості.

Крім того, через використання механічного спостереження швидкодія і точність недостатні.

Найбільш близьким по технічній сутності й ефекту, що досягається, обраний прототип по патенті Швейцарії №679072 «Спосіб і пристрій для виміру деформації переміщень» [3].

Спосіб полягає в установці на зразок двох джерел світла на задану відстань L між ними, одержані за допомогою оптичної системи зображень джерел світла на світлочутливій поверхні позиційно-чутливого фотоприладу, перетворенні зображень в електричний сигнал і обробці сигналів в електронній схемі з висновком величини абсолютної і відносної деформації. Пристрій являє собою фотоприлад, зв'язаний з вимірювальною системою для обробки сигналів і оптичну систему для одержання джерел світла, що закріплені на зразку за допомогою притисків.

Недолік способу і пристрою полягає в недостатній точності виміру деформації при випробуваннях зразків, а також не забезпечується автоматична перебудова апаратури при зміні типу і розміру зразка.

Задача винаходу полягає в підвищенні точності виміру деформації при випробуваннях зразків і автоматизації перебудови апаратури при зміні типу і розміру зразка.

Рішення поставленої задачі забезпечується тим, що в способі, що полягає у встановленні зразку на випробувальній машині первісний вимір параметрів зразка здійснюють за допомогою додаткового джерела світла, розташованого на одному з притисків на визначеній відстані, для визначення масштабного коефіцієнта з метою його наступного використання при обчисленні розрахункової довжини між джерелами світла, встановленими на обох притисках.

Переваги запропонованого винаходу в порівнянні з відомими полягає в тім, що використання притисків на одному з яких встановлені на базовій відстані два джерела світла по осі використовуваного зразка дозволяє здійснити масштабування зображення, використання якого необхідно для розрахункового визначення первісної довжини зразка, що забезпечує автоматичне самокалібрування системи, тим самим підвищуючи точність виміру деформації зразків, а також дає можливість автоматичної перебудови при зміні типу і розміру зразка.

При цьому пропонується послідовність операцій виміру, прийнята послідовність обробки вимірювальної інформації в сукупності зі схемними рішеннями й особливостями конструктивних елементів, застосованих для їхньої реалізації, характеризують причинно-наслідкові зв'язки між поставленою задачею й ознаками винаходу і, на думку авторів, задовольняють критеріям винаходу.

Спосіб пояснюється кресленням, на якому схематично представлена його сутність і структурна схема пристрою для його реалізації.

Перелік фігур на кресленні.

- 1 - позиційно-чутливий фотоприлад;
- 2 - випромінювач світла додатковий;
- 3, 4 - випромінювачі світла основні;
- 5 - притиск із додатковим джерелом світла;
- 6 - притиск;
- 7 - випробуваний зразок;
- 8 - випробувальна машина;
- 9, 10, 11 - блок віднімання;
- 12, 13 - дільники;
- 14, 15 - запам'ятовуючі пристрої;
- 16 - перемножувач;
- 17 - блок уточнення;
- 18 - графобудівник;
- 19 - обчислювальний пристрій;
- 20 - блок керування.

Спосіб безконтактного виміру деформації зразка полягає в тім, що зразок встановлюють на випробувальній машині, роблять первісний вимір його параметрів і визначають розрахункову довжину  $L_0$ , на якій повинні бути встановлені джерела світла. Потім розташовують на зразку уздовж його осі за допомогою двох притисків, закріплених на відстані приблизно рівному  $L_0$ , два випромінювачі розташованих на одному притиску на постійній відстані  $L_k$  між ними, а також один випромінювач на іншому притиску.

Включають випромінювач світла і вимірювальну систему й одержують зображення випромінювачів світла на світлочутливій поверхні фотоприладу, що перетворюється в електричний сигнал. Сигнали обробляють в електронній схемі і визначають масштабний коефіцієнт згідно формули:

$$M = \frac{L_k}{V_b}, \quad (1)$$

де

$M$  - масштабний коефіцієнт;

$L_k$  - відстань між випромінювачами світла, розташованими на одному притиску;

$V_b$  - величина вихідного сигналу, яка свідчить про відстань між випромінювачами світла, розташованими на одному притиску.

Після цього визначають початкову відстань між основними джерелами світла згідно формули:

$$L_{TO} = V_{TO} \cdot M, \quad (II)$$

де  $L_{TO}$  - початкова відстань між основними джерелами світла;

$V_{TO}$  - величина вихідного сигналу, що характеризує початкову відстань між основними джерелами світла;

$M$  - масштабний коефіцієнт;

Щоб виключити погрішність вимірів визначають фактичну початкову відстань між притисками, на яких кріплять випромінювачі світла на зразку, згідно формули:

$$L_{\text{факт}} = L_k + L_{TO} + L_a + L_b,$$

де

$L_a$  - відстань між кріпленням до зразка одного з притисків і випромінювачем світла, найближчим до нього;

$L_b$  - відстань між кріпленням до зразка іншого притиску і випромінювачем світла, найближчим до нього;

Після цього запам'ятовують значення, виключають додаткове джерело світла, подають команду на деформування зразка, визначаючи абсолютну деформацію згідно формули:

$$\Delta L_0 = L_T - L_{TO} = V_T \cdot M - L_{TO},$$

де

$\Delta L_0$  - абсолютна деформація;

$L_T$  - поточна відстань між основними джерелами світла;

$V_{TO}$  - величина поточного вихідного сигналу, що характеризує відстань між основними джерелами світла;

При цьому відносну деформацію визначають згідно формули:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_0}{L_{\text{факт}}},$$

де

$L_{\text{факт}}$  - фактична початкова відстань між притисками, на яких кріплять випромінювачі світла на зразку.

Запропонований спосіб безконтактного виміру, деформації зразка може бути реалізований у пристрої, функціональна, структурна схема якого приведена на кресленні 1.

Пристрій для здійснення способу включає позиційно-чутливий фотоприлад 1, зв'язану з ним вимірювальну систему, а також випромінювачі світла 2, 3 і 4, що встановлені на притисках 5 і 6. При цьому випромінювачі світла 2 і 3 розташовані на одному притиску 5 на постійній відстані між собою. На притиску 6 розташоване одне джерело світла 4.

На випробуваному зразку 7, що встановлюється в випробувальній машині 8, закріплюють притиски 5 і 6 приблизно на відстані  $L_0$  між собою. Вимірювальна система складається з блоків віднімання 9 і 10, входи яких підключені до виходів позиційно-чутливого приладу. Вихід блоку віднімання 9 з'єднаний із входом дільника 12, вихід якого зв'язаний із входом запам'ятовуючого пристрою 14, вихід якого підключений до одного з входів перемножувача 16, інший вхід якого з'єднаний з виходом блоку віднімання 10, вихід перемножувача 16 зв'язаний із входами запам'ятовуючого пристрою 15 і блоку віднімання 11, чий вихід з'єднаний із входами дільника 13, графобудівника 18 і обчислювального пристрою 19. Вихід запам'ятовуючого пристрою 15 зв'язаний із входами блоку віднімання 11 і блоку уточнення 17, вихід якого з'єднаний із входами дільника 13 і обчислювального пристрою 19. Виходи блоку керування 20 зв'язані з випромінювачами світла 2, 3 і 4, а також з одним із входів кожного з запам'ятовуючих пристроїв 14 і 15.

Робота пристрою здійснюється в такий спосіб:

Перед початком випробувань зразок 7 заміряють, обчислюють площу  $S$  у робочій зоні і закріплюють на випробувальній машині, а величину  $S$  вводять в обчислювальний пристрій 19. За даними виміру визначають розрахункову довжину  $L_0$ , на яку повинні бути встановлені притиски 5 і 6 на зразок 7.

Притиски 5 і 6 кріплять на зразок 7 таким чином, щоб відстань між точками закріплення на зразку притисків 5 і 6 приблизно дорівнювала розрахунковій довжині  $L_0$ . Випромінювачі світла 2 і 3 установлюють на притиску 5, де точна відстань між ними дорівнює  $L_k$ . Випромінювач світла 4 установлений на притиску 6. При цьому відстань між випромінювачем світла 3 і випромінювачем світла 4, що підлягає виміру в процесі деформації зразка, визначають як  $L_{TO}$ . Відстань між кріпленням до зразка притиску 5 і випромінювачем світла 2 визначено конструктивно як  $L_a$ , аналогічна відстань між кріпленням до зразка притиску 6 і випромінювачем світла 4 -  $L_b$ .

Отримані дані обмірювання ( $L_a$ ,  $L_b$ ,  $L_k$ ) вводять в блок уточнення 17 вимірювальної системи при її первісному налаштуванні.

Потім включають випромінювача світла 2, 3 і 4 і на виході позиційно-чутливого фотоприладу 1 з'являються сигнали  $V_1$ ,  $V_2$  і  $V_3$  про їхні координати  $Y_1$ ,  $Y_2$  і  $Y_3$ .

Сигнали  $V_2$  і  $V_3$  надходять до дільника 12 через блок віднімання 9 для наступного визначення масштабного коефіцієнта згідно формули (I), зазначеної в способі. Сигнали  $V_1$  і  $V_2$  надходять в перемножувач 16 через блок віднімання 10.

Отриманий сигнал відповідає відстані між випромінювачами світла 3 і 4, що обчислюється по відомій формулі (II) у способі.

По команді від блоку керування 20 запам'ятовуючий пристрій 14 запам'ятовує інформацію про масштабний коефіцієнт  $M$ , а запам'ятовуючий пристрій 15 запам'ятовує інформацію про початкову відстань  $L_{TO}$  між випромінювачами світла 3 і 4 і пристрій готовий для проведення дослідження.

Зразок 7 навантажують, за допомогою і випробувальної машини 8 наростаючим зусиллям  $F$ , як показано на кресленні. Зразок подовжується, абсолютна деформація збільшується і на графобудівнику 18 будується графік  $F$

( $\Delta L_0$ ), а на виході дільника 13 при надходженні інформації  $L_{\text{факт}}$  із блоку уточнення 17 постійно визначається відносна деформація  $\varepsilon$ .

Зразок 7 продовжують навантажувати до розриву, після якого в обчислювальному пристрої визначаються такі характеристики металу, як модуль пружності, фізична границя текучості, тимчасовий опір, повне подовження.

Як фотоприлад 1 можуть бути використані фотопотенціометри, позиційно-чутливі фотоприймачі на інших фізичних ефектах, а також скануючі лінійки матриці зі схемами виділення положення центрів світності випромінювачів.

Блоки вимірювальної системи (обчислювачі, перемножувачі, дільники, запам'ятовуючі пристрої й ін.) можуть бути виконані традиційними методами з використанням дискретних чи інтегральних компонентів.

Можливо також використання ЕОМ з АЦП.

По технічному рішення, що заявляється, проведені іспити пристрою в заводських умовах з позитивними результатами.

З огляду на високу зацікавленість підприємств чорної металургії в оснащенні їх засобами для автоматичного безконтактного виміру деформації металопродукції прокатного виробництва широкого асортименту, а також необхідність модернізації іспитового устаткування попереднього періоду, інститут планує випуск засобів автоматизації, що реалізують спосіб і пристрій, що заявляється.

Джерела інформації:

1. Виміру в промисловості. Довідник. Пер. німец. - М. «Металургія». 1980.
2. Zwick Materials Testig Product Information. Zwick 066920 Optical Extensometer. (проспект фірми №7.22.1.93 D 1-148, 6с.
3. Патент Швейцарії №679072 "Capteur et fppareil de mesure du déplacement" ("Датчик і прилад для виміру переміщень") G01B, 11/00, 1992 (РЖ ИСМ 82-08.93) - прототип.

