



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55158 (13) A

(51) 7 G01N3/08, G01N3/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИПРОБУВАННЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ПЛОСКОМУ НАПРУЖЕНОМУ СТАНІ

1

2

(21) 2002075662

(22) 09 07 2002

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. № 3, 2003 р.

(72) Лебедєв Анатолій Олексійович, Музика Микола Романович, Косарчук Валерій Володимирович, Ламашевський Віктор Петрович

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб випробування листового матеріалу при плоскому напруженому стані, що містить операції

закріплення плоского зразка у захватах, які розміщують по його осях, навантаження зразка у двох напрямках і реєстрації параметрів деформування зразка, який відрізняється тим, що використовують два подібних зразка ромбічної форми, які закріплюють на відстані паралельно один одному у захватах, розміщених по осях, що проходять через вершини зразків, а навантаження виконують уздовж цих осей одночасно двома парами рівних по значенню, але протилежно орієнтованих зусиль у напрямках, перпендикулярних площині зразків

Винахід відноситься до області випробувань листового матеріалу при плоскому напруженому стані, зокрема до способів випробування листових зразків розтягом вдовж однієї осі з одночасним стиском вдовж другої, ортогональної першій, осі.

Відомий спосіб випробування листового матеріалу при плоскому напруженому стані шляхом згину чи однобічного розтягу широкої пластини, яка має з двох фасадних сторін канавки [1. Методы испытаний, контроля и исследования машиностроительных материалов. Под ред. А.Т. Туманова, т. 2. Методы исследования механических свойств материалов - М. Машиностроение, 1974 - С. 213 - 214].

Згаданий спосіб не дозволяє проводити випробування при такому виді плоского напруженого стану, як чистий зсув. Крім того, внаслідок сталого значення коефіцієнта двовісності ($K_\sigma = \sigma_3 / \sigma_1 = 0,5$) в такій пластині та невеликої зони однорідних напружень у його робочій частині, ці способи більше відносяться до класу оціночних і використовуються тільки для технологічних проб.

Із відомих способів проведення випробувань листового матеріалу при плоскому напруженому стані найбільш близьким за своєю технічною суттю є спосіб, що містить операції закріплення пластини по її сторонам у захватах випробувального пристрою і навантаження в двох напрямках [2. АС 1572199 СССР МКИ³ G01N3/06, Устройство для испытаний материалов при двухосном растяжении / Лебедев А.А., Бойко А.В., Музыка Н.Р. // Б.И. №22. Опубл. 22.06.1990]. Цей спосіб доволі просто

реалізується і не потребує спеціального складного устаткування. Спосіб може бути використаний для проведення досліджень характеристик міцності листових елементів конструкцій при різних співвідношеннях головних напружень, окрім тих, коли напруги мають різний знак, в тому числі при чистому зсуві, хоча такий напружений стан досить часто зустрічається при експлуатації великої кількості реальних конструкційних елементів, таких як панелі, обшивки та інших. Тобто, згаданий спосіб має дещо обмежені технологічні можливості.

В основу винаходу поставлена задача створення такого способу, який би дозволив створити при дослідженнях умови наближені до експлуатаційних, тобто, забезпечити випробування листового матеріалу в умовах, коли напруги мають різні знаки.

Покладена в основу винаходу задача може бути розв'язана запропонованим способом, який, як і відомий спосіб випробування листового матеріалу при плоскому напруженому стані, містить операції закріплення плоского зразка у захватах, які розміщують по його осях, навантаження зразка у двох напрямках і реєстрації параметрів деформування зразка, а, відповідно до винаходу, використовують два подібних зразка ромбічної форми, які закріплюють на відстані паралельно один одному у захватах, які розміщують по осях, що проходять через вершини зразків, а навантаження виконують уздовж цих осей одночасно двома парами рівних по значенню, але протилежно орієнтованих зусиль у напрямках перпендикулярних площині зразків.

(13) A

(11) 55158

(19) UA

Особливістю пропонованого способу є те, що використовують два подібних зразка квадратної форми.

Покладена в основу винаходу задача може бути розв'язана шляхом проведення випробування трьохшарових пластин на двовісний згин моментами сил протилежного знаку, завдяки чому кожен з поверхневих шарів пластини підлягає розтягу по одній осі з одночасним стиском уздовж другої, перпендикулярній до першої осі. При цьому в цих поверхневих шарах матеріалу можливо реалізувати чистий зсув, що виникає при дії двох рівних по числовому значенню нормальних напруг протилежного знаку. Такі випробування надають можливість визначити, наприклад, модуль зсуву досліджуваного матеріалу поверхневих шарів. Крім цього, якщо навантаження пластини вести зусиллями, що прикладені на різних відстанях від центру пластини, то це дозволить проводити дослідження властивостей матеріалу поверхневих шарів при різних співвідношеннях нормальних напруг.

Вказаний технічний результат досягається завдяки тому, що запропонований спосіб випробування листового матеріалу при плоскому напруженому стані, що містить в собі операції закріплення зразка у захватах, які розміщені по його осям, і навантаження шляхом двовісного згину, а згідно з винаходом використовують два подібних зразка квадратної або ромбічної форми, які закріплюють на відстані паралельно один одному у захватах, які розміщують по осям, що проходять через вершини зразків, і ведуть навантаження уздовж цих осей одночасно двома парами рівних по значенню, але протилежно орієнтованих зусиль, перпендикулярно площині зразків.

Відомо, що при навантаженні пластини по її краях протилежно орієнтованими моментами сил, вона підлягає згину, при цьому верхні шари пластини розтягуються в той час як нижні шари зазнають дії стискаючих напружень. Якщо по краях квадратної пластини по одній її осі симетрії прикласти пару згинальних моментів, які направлені назустріч один одному, а по другій осі пластини прикласти пару згинальних моментів, що орієнтовані протилежно дії першої пари згинальних моментів, то пластини буде підлягати двовісному згину. При цьому по одній головній осі поверхневі шари будуть розтягнуті, а по другій - стиснені. В нижньому поверхневому шарі пластини, навпаки, по осі, де у верхньому поверхневому шарі знаходяться розтягнуті волокна, волокна будуть стиснені, а по другій осі - розтягнуті. Але напружений стан поверхневих шарів завдяки взаємодії напруг через з'єднуючий їх середній шар буде відрізнятися від розрахункових.

В основу рішення поставленої задачі винаходу покладена ідея рознести поверхневі шари пластини, тим самим умовно усунути матеріал, який з'єднує ці поверхневі шари, що дозволить, таким чином, усунути взаємовплив діючих напруг в одному поверхневому шарі на напруги у другому шарі пластини.

Згідно з пропонованим способом роль фасадних поверхневих шарів пластини виконують два зразки, які виготовлені із листового матеріалу у

виділі квадрату або ромбу. Таким чином, маємо пластину, середня частина якої має нульову жорсткість, а поверхневі шари виконані у вигляді випробувальних зразків.

Суть винаходу пояснюється за допомогою креслення на якому показана схема розміщення і закріплення зразків 1 і 2 у захватах 3 за допомогою гвинтів 4 та накладок 5, а також схема дії навантажувального пристрою.

Суть операцій у відповідності з пропонованим способом і їх послідовність, полягають у наступному.

Беруть два подібних зразка 1, 2 листового матеріалу, які мають форму квадрата або ромба, розміщують їх паралельно на деякій відстані (з зазором) один від одного і закріплюють у чотирьох плоских захватах 3, які розміщують по осям, які проходять через вершини контурів зразків. Далі до цих захватів від одного навантажувального пристрою прикладають дві пари рівних, але протилежно орієнтованих зусиль F_1 та F_2 , які направлені перпендикулярно площині зразків. Зусилля F_1 і зусилля F_2 , що їх врівноважують, створюють дві пари протилежно орієнтованих згинальних моментів по двом осям симетрії верхнього та нижнього зразків.

Під дією цих згинальних моментів кожен зразок буде підлягати розтягу уздовж однієї осі симетрії з одночасним стиском уздовж другої осі, завдяки чому у матеріалі зразка реалізується плоский напружений стан. В зв'язку з тим, що між зразками відсутній зв'язуючий їх матеріал, напруги розтягу і стиску, що діють у верхньому зразку, не будуть взаємодіяти з напругами у нижньому зразку.

Якщо навантаження пластин вести рівними за величиною зусиллями F_1 і F_2 , які діють на рівних відстанях від центру ваги зразків, то це дасть можливість проводити дослідження матеріалу при чистому зсуві, а якщо на різних відстанях, то значення коефіцієнта двовісності буде залежати від співвідношення цих відстаней.

Приклад. Два зразки 1 і 2 квадратної форми, розмірами 150 x 150 мм, виготовлені із конструкційного листового матеріалу (скловолокна) товщиною 1,0 мм закріплювали вершинами в чотирьох плоских захватах 3, що виготовлені із сталі, за допомогою гвинтів 4 та накладок 5. Відстань (зазор) між зразками 1 і 2 становила 20 мм, що дорівнювала товщині захватів.

В центральній частині зразків 1, 2 по двом осям закріплювали тензометри, призначені для вимірювання деформацій при навантаженні. Далі зразки в горизонтальному стані опирали однією парою захватів 3 на нерухомі упори, що виготовлені у вигляді призм (не показані), а до другої пари захватів 3 через такі ж самі рухомі упори приклали навантажувальне зусилля за допомогою серійно виготовленого випробувального устаткування, яке призначено для проведення випробувань на одновісний розтяг-стиск. При цьому нерухомі упори розміщували на траверсі устаткування, що знаходиться знизу.

Навантаження зусиллями F_1 , що передається через зразки 1, 2 на нерухомі опори приводить до появи рівних по значенню зусиль F_2 .

Під час першої серії випробувань відстань між нерухомими і рухомими упорами була однаковою і становила 175мм, а в другій серії випробувань відстань між нерухомими упорами у 1,5 рази перевищувала відстань між рухомими упорами. Перша серія випробувань показала, що у центральній частині зразків 1, 2 головні напруги σ_1 і σ_3 знаходяться у співвідношенні $\sigma_1/\sigma_3 = -1$, що підтверджує можливість реалізації чистого зсуву. Під час другої серії випробувань у центральній частині зразків 1, 2 діяли як дотичні, так і нормальні напруги, але різного знаку - напруги розтягу і стиску, у зв'язку з чим показник двовісності навантаження мав від'ємне значення і дорівнював $K = -1,46$. Таким чином, шляхом зміни відстані між упорами можливо змінювати значення коефіцієнту двовісності нормальних напружень. Такі випробування особливо важливі для визначення порогу тріщиностійкості листового матеріалу при змішаних формах руйну-

вання

Таким чином, запропонований спосіб забезпечує проведення випробувань листових матеріалів при плоскому напруженому стані в широкому діапазоні співвідношень напруг σ_1 і σ_3 , в тому числі коли $\sigma_1 = -\sigma_3$, що дозволяє виконувати випробування в умовах чистого зсуву, тобто наблизити умови випробувань до умов експлуатації конструкційних елементів, що виготовлені з листових матеріалів.

Джерела інформації

1 Методы испытаний, контроля и исследования машиностроительных материалов. Под ред. А.Т. Туманова, т. 2 Методы исследования механических свойств материалов - М. Машиностроение, 1974 - С. 213 - 214.

2 А.С. 1572199 СССР МКИ³ G01N3/06, Устройство для испытаний материалов при двухосном растяжении / Лебедев А.А., Бойко А.В., Музыка Н.Р. // Б.И. №22, Опубл. 22.06.1990.

