



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 47702

(13) A

(51) 6 G01N3/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

54) СПОСІБ ВИПРОБУВАННЯ ПЛОСКИХ ЗРАЗКІВ АРМОВАНОГО МАТЕРІАЛУ НА ДВОВІСНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ІЗ ЗСУВОМ

1

2

(21) 2001075369

(22) 26 07 2001

(24) 15 07 2002

(46) 15 07 2002, Бюл. № 7, 2002 р.

(72) Тормахов Микола Миколайович, Терехов Рем
Георгійович(73) ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ІМ. С. П. ТИМОШЕНКА
НАН УКРАЇНИ

(57) Спосіб випробування плоских зразків армованого матеріалу на двовісне навантаження із зсувом, при якому до зразка у вигляді квадратної пластини з захватними частинами в його площині під косим кутом прикладають дві пари попарно рівних і протилежно направлених сил і вимірюють деформації, який відрізняється тим, що до пер-

ших двох протилежних сторін зразка прикладають

сили величиною $ah(\sigma_1^2 + \tau^2)^{0.5}$ під кутом, рівним $\arctg(\sigma_1/\tau)$ до перпендикуляра в сторону дві дотичних напружень, а до двох других сторін зразкаприкладають сили величиною $ah(\sigma_2^2 + \tau^2)^{0.5}$ підкутом, рівним $\arctg(\sigma_2/\tau)$ до перпендикуляра всторону дві дотичних напружень, де σ_1, σ_2, τ - задані нормальні і дотичні напруження, h - товщина, a - довжина зразка.

Винахід може бути віднесений до галузі випробування зразків армованих композитних матеріалів та тканин, тобто до тих способів, які дозволяють отримати механічні характеристики цих матеріалів в експериментах на двовісне навантаження із зсувом.

Відомий спосіб випробування плоских зразків армованого матеріалу на двовісне навантаження із зсувом [1], який полягає в тому, що до зразка в вигляді квадратної пластини з захватними частинами прикладають в його площині паралельно сторонам зразка дві пари рівних і протилежно направлених сили, що визначаються за формулою

$$N = \tau ah,$$

де τ - задані дотичні напруження, a, h - довжина і товщиною зразка, і вимірюють деформації, що виникають в зразці (див. фіг. 1). При цьому в зразку виникає напружений стан чистого зсуву, який характеризується компонентами дотичних напружень τ .

Недоліком способу є те, що при навантаженні, яке здійснюється таким чином, виникає тільки один вид плоского напруженого стану - чистий зсув і інші види напруженого стану здійснити неможливо.

Відомий також спосіб випробування плоских

зразків армованого матеріалу на двовісне навантаження h зсувом [2], що був взятий нами за прототип, який полягає в тому, що до зразка в вигляді ромбовидної пластини з захватними частинами із стороною a , товщиною h та гострим кутом при вершині γ , прикладають в його площині дві пари попарно рівних і протилежно направлених сил N_1 та N_2 в напрямках паралельних сторонам, що прилягають до сторони, на яку спрямоване зусилля. Величини сил N_1 та N_2 визначаються за формулами

$$N_1 = ah(\sigma_1 \sin \gamma - \sigma_2 \cos \gamma), N_2 = ah\tau / \cos \gamma, \quad (1)$$

де σ_1, σ_2, τ - задані нормальні і дотичне напруження, відповідно. Під час навантаження зразка вимірюють деформації, що виникають в ньому (див. фіг. 2). Зміна виду напруженого стану, тобто співвідношень між напруженнями, досягається при зміні величин N_1, N_2 та кута зразка γ .

Недоліком способу є те, що не всі види напруженого стану можна створити в зразці з кутом зразка γ . Якщо рівняння (1) розв'язати відносно N_1, N_2 та кута зразка γ ,

$$\sigma_1 = (N_1 + N_2 \cos^2 \gamma) / ah \sin \gamma, \sigma_2 = N_2 \sin \gamma / ah, \quad (2)$$

$$\tau = N_2 \cos \gamma / ah$$

При сталій величині кута зразка γ відношення

(13) A

(11) 47702

(19) UA

між напруженнями σ_2 та τ буде сталим і буде дорівнювати $\tan \gamma$. Щоб змінити співвідношення між σ_2 та τ треба виготовляти зразок з іншим кутом γ . Другим недоліком прототипу є те, що при випробуванні ромбовидних зразків виникає ефект «перерізаних волокон». Цей ефект виникає тоді, коли сторони зразка не паралельні напрямкам армування і армуючі волокна мають різну довжину. В більшості армованих матеріалів та тканин армуючі волокна розташовані під прямим кутом, тому при ромбовидній формі зразка з розташуванням армуючих волокон під прямим кутом виникає ефект перерізаних волокон, який вносить похибки в результати експериментів.

При розробці винаходу була поставлена задача створення способу випробування плоских зразків армованого матеріалу на двовісне навантаження із зсувом, за яким в площині одного і того ж зразка ми створюємо наперед заданий вид напруженого стану зразка, який характеризується довільним співвідношенням між нормальними і дотичними напруженнями без утворення ефекту «перерізаних волокон».

Вказану задачу ми розв'язуємо завдяки тому, що до перших двох протилежних сторін квадратного зразка зі стороною a та товщиною h , ми прикладаємо в площині зразка зусилля

$$N_1 = ah(\sigma_1^2 - \tau^2)^{0.5}, \quad (3)$$

під кутом рівним

$$\alpha_1 = \arctg(\sigma_1/\tau) \quad (4)$$

до перпендикуляру в сторону дві дотичних напружень, а до двох інших сторін зразка – зусилля

$$N_2 = ah(\sigma_2^2 - \tau^2)^{0.5}, \quad (5)$$

під кутом рівним

$$\alpha_2 = \arctg(\sigma_2/\tau) \quad (6)$$

до перпендикуляру в сторону дві дотичних напружень, де σ_1 , σ_2 , τ – задані нормальні напруження для першого та другого напрямів зразка і дотичне напруження, відповідно (фіг. 3).

Завдяки тому, що сили, які ми прикладаємо до двох перших протилежних сторін, зразка, направлені під кутом рівним $\alpha_1 = \arctg(\sigma_1/\tau)$ до перпендикуляру в сторону дві дотичних напружень і дорівнюють величині $N_1 = ah(\sigma_1^2 - \tau^2)^{0.5}$, а до двох інших сторін зразка ми прикладаємо сили, що дорівнюють величині $N_2 = ah(\sigma_2^2 - \tau^2)^{0.5}$, які направлені під кутом рівним $\alpha_2 = \arctg(\sigma_2/\tau)$ до перпендикуляру в сторону дві дотичних напружень, в зразці виникає заданий напружений стан, який характеризується компонентами нормальних і дотичних напружень σ_1 , σ_2 , τ . Якщо рівняння (3 - 6) розв'язати відносно напружень σ_1 , σ_2 та τ , то ми отримаємо три рівня для напружень в залежності від величин N_1 , N_2 кутів σ_1 , σ_2

$$\sigma_1 = N_1 \cos \alpha_1 / ah, \quad \sigma_2 = N_2 \sin \alpha_2 / ah, \quad \tau = N_1 \sin \alpha_1 / ah = N_2 \sin \alpha_2 / ah \quad (7)$$

З рівнянь (7) можна бачити, що змінюючи кути α_1 , α_2 та зусилля N_1 , N_2 ми можемо довільним чином змінювати напруження σ_1 , σ_2 , τ , що діють в зразку.

Співставлення рішення, що заявляється, із прототипом показує, що в рішенні, що заявляється, сили, що ми прикладаємо до зразка, обчислюють за формулами $N_1 = ah(\sigma_1^2 - \tau^2)^{0.5}$, та $N_2 =$

$ah(\sigma_2^2 - \tau^2)^{0.5}$ і направляють ці сили не паралельно стороні зразка, а під кутами α_1 , α_2 до перпендикуляру до сторони на яку вони діють, в сторону дві дотичних напружень. Куты обчислюють за формулами $\alpha_1 = \arctg(\sigma_1/\tau)$ і $\alpha_2 = \arctg(\sigma_2/\tau)$ відповідно. Таким чином, спосіб, що заявляється, відповідає критерію "новизна".

На відміну від відомого способу, в запропонованому не потрібно змінювати форму зразка, щоб отримати потрібний вид напруженого стану зразка, тобто співвідношення між напруженнями σ_1 , σ_2 , τ і не виникає ефекту «перерізаних волокон», оскільки зразок має форму квадрата і всі волокна в зразці мають однакову довжину. Таким чином, ознаки, що відрізняють об'єкт, що заявляється, виявляють нову властивість і забезпечують рішення, що заявляється, відповідність критерію "істотні відмінності".

Позитивний ефект при відтворенні запропонованого способу здійснюється за рахунок того, що при навантаженні зразка згідно запропонованому способу на одному і тому ж зразку можна відтворити будь-який напружений стан, тобто довільне співвідношення між напруженнями σ_1 , σ_2 , τ . Крім того при відтворенні запропонованого способу не виникає ефекту «перерізаних волокон» і для зміни виду напруженого стану не потрібно змінювати форму зразка.

Здійснення способу, що заявляється, пояснюється за допомогою наступних графічних матеріалів. На фіг. 1, 2, 3 представлені схеми прикладання сил до зразків з захватними частинами в випадку аналога, прототипу та запропонованого способу відповідно, а на фіг. 4 - залежність деформацій ϵ_{11} , ϵ_{22} та ϵ_{12} від параметру напруженого стану σ , що була отримана в експерименті.

Спосіб здійснюється наступним чином. Зразок в вигляді квадратної пластини з захватними частинами навантажують двома рівними та протилежно направленими силами, що дорівнюють величині $N_1 = ah(\sigma_1^2 - \tau^2)^{0.5}$ і прикладені до двох протилежних сторін зразка під $\alpha_1 = \arctg(\sigma_1/\tau)$ до перпендикуляру в сторону дві дотичних напружень, а дві другі сторони зразка навантажують двома рівними та протилежно направленими силами, що дорівнюють величині $N_2 = ah(\sigma_2^2 - \tau^2)^{0.5}$ і прикладені до двох інших протилежних сторін зразка під кутом $\alpha_2 = \arctg(\sigma_2/\tau)$ до перпендикуляру в сторону дві дотичних напружень, де σ_1 , σ_2 , τ – задані нормальні напруження, що діють в першому та другому напрямках та дотичне напруження, відповідно і a , h – довжина сторони та товщини зразка. Під дією прикладених навантажень в зразці виникають деформації, які вимірюють в процесі експерименту.

Був випробуваний зразок ортогонально армованого текстоліту з розмірами $a = 50\text{мм}$, $h = 0,8\text{мм}$. Було задане таке співвідношення між напруженнями $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = 2\sigma$, $\tau = 0,3\sigma$, де σ – параметр пропорційного навантаження. Підставляючи задані співвідношення між напруженнями в рівняння (3) - (6), ми отримуємо зусилля $N_1 = 0,418\sigma$, $N_2 = 0,808\sigma$ в залежності від параметру пропорційного навантаження зразка σ та кути $\sigma_1 = 16^\circ 40'$ і $\sigma_2 = 8^\circ 30'$ під якими ці зусилля прикладали до сторін

зразка. Повздовжні та зсувні деформації, які виникають в зразці, обчислювались по формулам

$$\varepsilon_{11} = \Delta l_1/a - l, \quad \varepsilon_{22} = \Delta l_2/a - l, \quad \varepsilon_{12} = (\Delta l_1/a + \Delta l_2/a)/2,$$

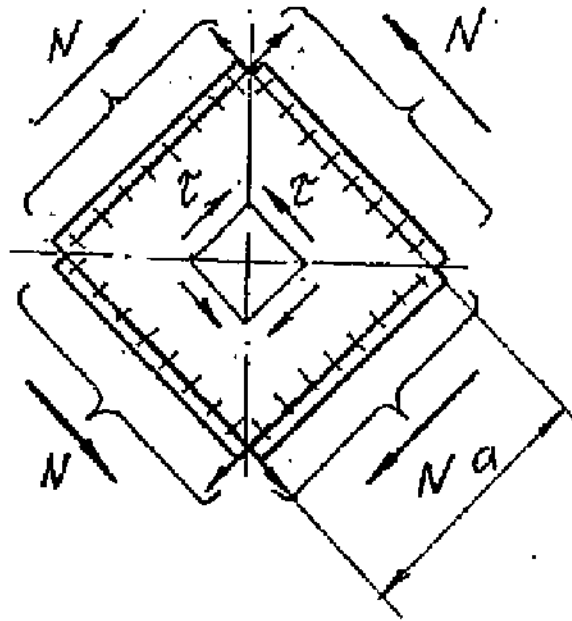
де $\Delta l_1, \Delta l_2$ - приріст довжини зразка в першому та другому напрямках

На фіг 4 подана залежність між деформаціями $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}$ та ε_{12} від параметра σ

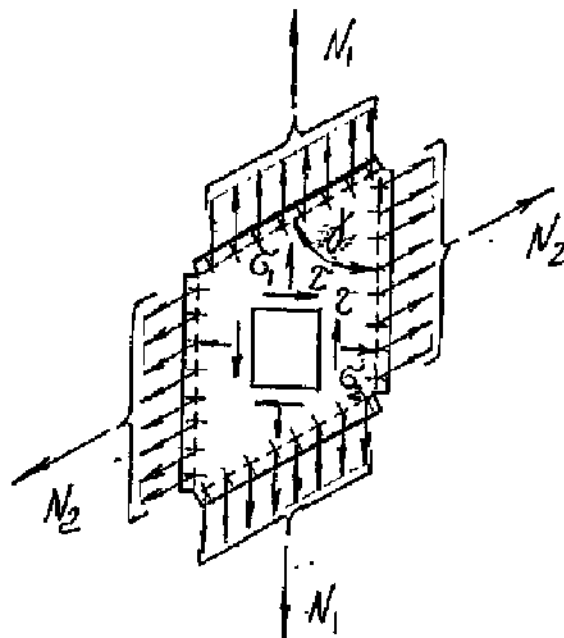
Література

1 Авторське свідоцтво СРСР № 268731, кл G01N 3/08, 1968 г

2 Писаренко Г С, Лебедев А А Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии - К Наук, думка 1976 -416 с



Фіг. 1



Фіг. 2

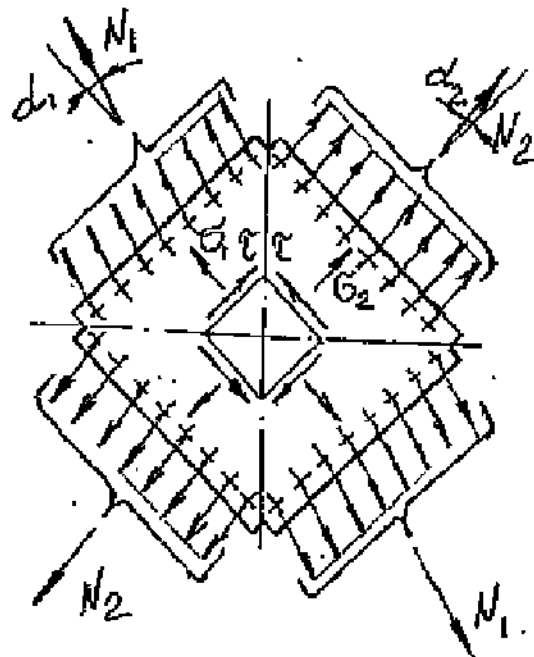
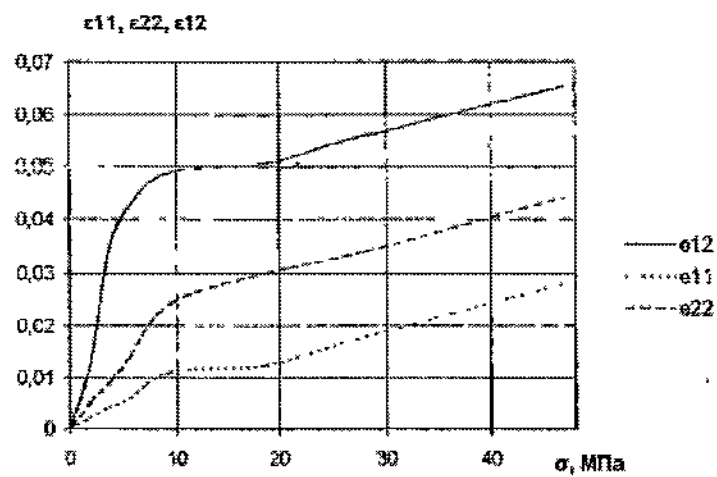


Fig. 3

Fig. 4 Залежність деформацій ϵ_{11} , ϵ_{22} та ϵ_{12} від σ

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
 вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
 (044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий компет»
 вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
 (044) 216 – 32 – 71