

Винахід може бути віднесений до галузі випробовування зразків композитних матеріалів, тканин та сіток напрямки волокон яких розташовані під косим кутом, тобто до тих способів, які дозволяють отримати механічні характеристики цих матеріалів в експериментах на двовісне навантаження зі зсувом.

Відомий спосіб випробування плоских зразків армованого матеріалу на двовісне розтягнення [1], який полягає в тому, що до плоских зразків в вигляді ромба прикладають в його площині дві пари розтягуючих сил N_1 - N_1 та N_2 - N_2 в напрямках паралельних напрямкам армування зразка. Величини сил N_1 та N_2 визначаються так:

$$N_1 = ah\sigma_1, \quad N_2 = ah\sigma_2 \quad (1)$$

де σ_1, σ_2 - задані напруження, що діють відповідно в першому та другому напрямках армування матеріалу, а, h - довжина сторони та товщина зразка.

Недоліком способу є те, що сили N_1 та N_2 спрямовують в напрямках армування, завдяки чому кут між напрямками армування не змінюється і зсув в матеріалі не відбувається.

Відомий також спосіб випробування плоских зразків армованого матеріалу на двовісне навантаження зі зсувом [2], що був взятий нами за прототип, який полягає в тому, що зразок в вигляді квадратної пластини 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 кутом $\alpha_1 = \arctg(\sigma_1 / \tau)$ до перпендикуляру в сторону дії 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 дії дотичних напружень, де σ_1, σ_2, τ - задані напруження, що дають в першому та другому напрямках армування і дотичне напруження, відповідно, а, h - довжина сторони та товщина зразка.

Недоліком способу є те, що він не передбачає можливості випробування плоских зразків армованого матеріалу в вигляді паралелограму. Необхідність випробування таких зразків виникає тоді, коли випробовуються матеріали, армуючі волокна яких направлені під кутом, що відрізняється від прямого. Крім того, недоліком способу є те, що в ньому задають два кути нахилу для сил N_1 та N_2 відносно сторін зразка.

При розробці винаходу була поставлена задача створення способу випробування плоских зразків в вигляді паралелограма на двовісне навантаження із зсувом, який дозволяє створювати потрібний вид напруженого стану зразка.

Вказану задачу ми розв'язуємо завдяки тому, що плоский зразок в вигляді паралелограма товщиною h , сторонами a_1 і a_2 , розташованими під гострим кутом γ (фіг.1) закріплюють так, що він може повертатися в своїй площині, і в площині зразка прикладають дві пари попарно рівних і протилежно направлених сили: до сторін довжиною a_1 - сили рівні величині

$$N_1 = a_1 h (\sigma_1^2 + \tau^2 + 2\sigma_1 \tau \cos \gamma)^{0.5}, \quad (1)$$

а до сторін довжиною a_2 - сили рівні величині

$$N_2 = a_2 h (\sigma_2^2 + \tau^2 + 2\sigma_2 \tau \cos \gamma)^{0.5}, \quad (2)$$

при чому кут α між силами, що прикладають до суміжних сторін зразка, які розташовані під кутом γ , дорівнює

$$\alpha = \gamma - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_1} - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_2}, \quad (3)$$

де σ_1, σ_2, τ - задані напруження, що діють в напрямках армування матеріалу та дотичне напруження, що діє вздовж сторін зразка.

Оскільки зразок може вільно повертатися в своїй площині, то він заходиться в рівновазі під дією двох пар сил N_1 - N_1 та N_2 - N_2 і сума крутячих моментів від цих пар сил дорівнює нулю (фіг.2):

$$N_1 a_2 \sin \alpha_1 = N_2 a_1 \sin \alpha_2, \quad (4)$$

де α_1 та α_2 - кути нахилу сил N_1 та N_2 до напрямків армування.

Для кутів α_1 та α_2 можна записати рівняння

$$\gamma = \alpha + \alpha_1 + \alpha_2, \quad (5)$$

Розв'язавши рівняння (4)-(5) відносно кутів α_1 та α_2 ми отримаємо:

$$\alpha_1 = N_1 a_2 / (N_2 a_1 \sin(\gamma - \alpha)) + \text{ctg}(\gamma - \alpha), \quad (6)$$

$$\alpha_2 = N_2 a_1 / (N_1 a_2 \sin(\gamma - \alpha)) + \text{ctg}(\gamma - \alpha), \quad (7)$$

З (6)-(7) видно, що в умовах можливості повороту зразка в своїй площині, кути α_1 та α_2 однозначно визначаються через величини N_1 , N_2 , γ і α . Завдяки тому, що дві пари сил, які діють на зразок, дорівнюють

відповідно величинам $N_1 = a_1 h (\sigma_1^2 + \tau^2 + 2\sigma_1 \tau \cos \gamma)^{0.5}$ та $N_2 = a_2 h (\sigma_2^2 + \tau^2 + 2\sigma_2 \tau \cos \gamma)^{0.5}$, а кут між ними -

величині $\alpha = \gamma - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_1} - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_2}$, в зразці виникає заданий напружений стан, який

характеризується компонентами напружень σ_1, σ_2, τ .

Співставлення рішення, що заявляється, із прототипом показує, що в рішенні, яке заявляється, зразок може вільно повертатися в своїй площині, сили обчислюють за формулами $N_1 = a_1 h (\sigma_1^2 + \tau^2 + 2\sigma_1 \tau \cos \gamma)^{0.5}$ та

$$N_2 = a_2 h (\sigma_2^2 + \tau^2 + 2\sigma_2 \tau \cos \gamma)^{0,5}, \text{ а кут між цими силами } \alpha \text{ дорівнює } \alpha = \gamma - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_1} - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_2}.$$

Таким чином, спосіб, що заявляється, відповідає критерію "новизна".

На відміну від відомого способу, в запропонованому можна випробовувати зразки напрями армування яких розташовані під кутом, що відрізняється від прямого кута. Крім того, в запропонованому способі задають не два кути, які спрямовують сили N_1 та N_2 , а один кут α між напрямками дії цих сил, рівний величині

$$\gamma - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_1} - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_2}.$$

Таким чином ці ознаки виявляють нову властивість об'єкту, що заявляється, і забезпечують рішення відповідності критерію "істотні відмінності".

Позитивний ефект при відтворенні запропонованого способу здійснюється за рахунок можливості випробування зразків в вигляді паралелограма і за рахунок того, що при випробуванні треба задавати не два кути дії сил N_1 та N_2 , а один кут між цими силами, тобто в процесі випробувань задається та контролюється менше параметрів.

Здійснення способу, що заявляється, пояснюється за допомогою наступних графічних матеріалів. На фіг. 1 представлені схема прикладання сил до зразка з захватними частинами, на фіг.2 - схема, що ілюструє умови рівноваги зразка під дією прикладених сил.

Спосіб здійснюється наступним чином. Дві протилежні сторони зразка, які рівні a_1 , навантажують двома рівними та протилежно направленими силами, що дорівнюють величині $N_1 = a_1 h (\sigma_1^2 + \tau^2 + 2\sigma_1 \tau \cos \gamma)^{0,5}$, а дві інші сторони, які мають довжину a_2 - двома рівними та протилежно направленими силами, що дорівнюють величині $N_2 = a_2 h (\sigma_2^2 + \tau^2 + 2\sigma_2 \tau \cos \gamma)^{0,5}$, при чому кут між силами дорівнює величині

$$\alpha = \gamma - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_1} - \arctg \frac{\tau \sin \gamma}{\tau \cos \gamma + \sigma_2},$$

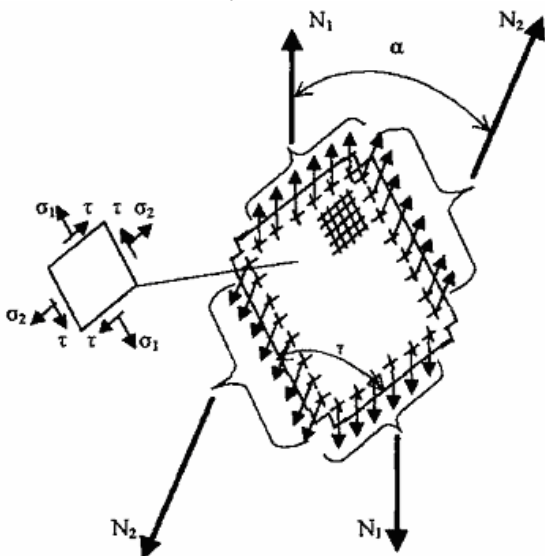
де σ_1, σ_2, τ - задають напруження, що дають в напрямках армування матеріалу та дотичне напруження, що діє в площинах вздовж сторін зразка. Оскільки зразок не закріплений до бази, то під час навантаження він вільно повертається в своїй площині під дією прикладених навантажень.

Був випробуваний зразок тканини в вигляді паралелограму з розмірами $a_1=50\text{мм}$, $a_2=70\text{мм}$, $h=0,5\text{мм}$, $\gamma=50^\circ$. Були задані напруження вздовж напрямів армування: $\sigma_1=325\text{кПа}$, $\sigma_2=345\text{кПа}$, та дотичне напруження $\tau=150\text{кПа}$. Підставляючи величини $a_1, a_2, h, \gamma, \sigma_1, \sigma_2, \tau$ в формули для зусиль та кута між ними, ми отримаємо величини зусиль $N_1=9\text{Н}$, $N_2=13,7\text{Н}$ та кута між ними $\alpha=12^\circ 30'$, які необхідні для того, щоб в зразці виникли необхідні напруження.

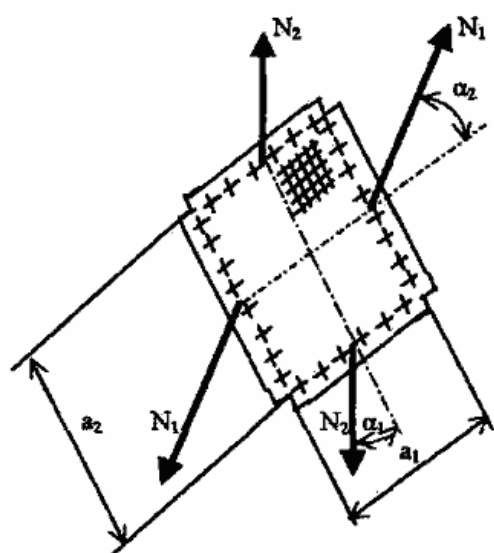
Джерела інформації

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

2. Заявка на патент №2001075369 від 06.03.02 МПК⁶ G 01 N 3/18. Спосіб випробування плоских зразків армованого матеріалу на двовісне навантаження із зсувом.



Фиг. 1



Фиг. 2