



УКРАЇНА

(19) UA (11) 48397 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 19/00
G01N 3/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ НАПОВНЮВАЧА З МАТРИЦЕЮ В КОМПОЗИЦІЙНОМУ МАТЕРІАЛІ

1

(21) u200911329

(22) 06.11.2009

(24) 10.03.2010

(46) 10.03.2010, Бюл.№ 5, 2010 р.

(72) ЛЯШЕНКО БОРИС АРТЕМОВИЧ, ДОЛГОВ МИКОЛА АНАТОЛІЙОВИЧ, СОЛОВИХ ЄВГЕН КОСТЯНТИНОВИЧ, БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, ПІСКУНОВ ВАДИМ ГЕОРГІЙОВИЧ, СТУХЛЯК ПЕТРО ДАНИЛОВИЧ, ЛІПІНСЬКА НАТАЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМ. Г.С. ПИСАРЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб визначення міцності зчеплення наповнювача з матрицею в композиційному матеріалі,

2

згідно з яким виготовляють зразок у вигляді композиції з матричного матеріалу та наповнювача, піддають зразок розтягу і реєструють залежність коефіцієнта Пуассона від напруження, який відрізняється тим, що зразок піддають розтягу до його руйнування, в момент руйнування адгезійного зчеплення фіксують залежність коефіцієнта Пуассона в диференційному вигляді як співвідношення приросту поперечної та повздовжньої деформацій, а межу міцності зчеплення визначають по злому та різкому падінню до негативної ділянки залежності диференційного коефіцієнта Пуассона від напруження в зразку.

Пропонована корисна модель відноситься до засобів дослідження композиційних матеріалів на міцність та руйнування, а саме, до способу визначення міцності зчеплення наповнювача з матрицею в композиційному матеріалі.

Відомі способи визначення міцності зчеплення арматури з матрицею. Найбільш поширений - спосіб визначення міцності зчеплення шляхом витягування армуючого волокна з матричного матеріалу [А. с. СССР 989398, МПК 3G01N19/04. Способ определения прочности сцепления волокна со связующим / Вавилов А.А., Екименко Н.А., БИ 1983, №2].

Згаданий спосіб не може бути використаними для дисперсно-армованих композитів, оскільки дисперсні наповнювачі мають невеликі розміри.

Із виявлених авторами відомих способів визначення міцності зчеплення наповнювача з матрицею в композиційному матеріалі, найбільш близьким до пропонованого за кількістю суттєвих ознак виявився спосіб визначення міцності зчеплення наповнювача з матрицею в композиційному матеріалі, під час якого зразок, виготовлений у вигляді композиції з матричного матеріалу та наповнювача, піддають розтягу і реєструють залежність коефіцієнта Пуассона від напруження [А. с.

СССР 349934, МПК 2G01N19/04. Способ определения прочности сцепления частиц наполнителя со связующим / Липатов Ю.С., Ляшенко Б.А., Веселовский Р.А. и др. БИ 1972, №26]. Цей спосіб полягає в навантажуванні зразка, наприклад розтягуючим зусиллям, і реєстрації відриву частинок, які знаходяться в матричному моноліті, а по напруженню, при якому різко зменшується поточне значення коефіцієнта Пуассона, визначають міцність зчеплення наповнювача з матрицею.

Недоліком цього способу є недостатня точність визначення та фіксації мінімального рівня напружень, при якому починається руйнування адгезійних зв'язків наповнювача з матрицею. Ця обставина викликана тим, що коефіцієнт Пуассона розраховують, як відношення абсолютного значення поточних значень поперечного розміру до повздовжнього розміру зразка при його деформуванні.

У основу пропонованої корисної моделі поставлена задача створення такого способу визначення міцності зчеплення наповнювача з матрицею в композиційному матеріалі, який би дозволив підвищити точність визначення міцності зчеплення наповнювача з матрицею шляхом визначення параметрів зразка у момент його руйнування і реєст-

(19) UA (11) 48397 (13) U

рації коефіцієнта Пуасона в диференційній формі.

Пропонований, як і відомий спосіб визначення міцності зчеплення наповнювача з матрицею в композиційному матеріалі, включає виготовлення зразка у вигляді композиції з матричного матеріалу та наповнювача, його розтягу і реєстрації залежності коефіцієнта Пуасона від напруження, відповідно до корисної моделі, зразок піддають розтягу до його руйнування, в момент руйнування адгезійного зчеплення фіксують залежність коефіцієнта Пуасона в диференційному вигляді, як співвідношення приросту поперечної та повздовжньої деформації, а межу міцності зчеплення визначають по злому та різкому падінню до негативної ділянки залежності диференційного коефіцієнту Пуасона від напруження в зразку.

Суть корисної моделі пояснюється за допомогою графіка залежності коефіцієнта Пуасона від деформуючого напруження $\mu^{dif} = f(\sigma)$. (див. креслення).

Приклад. Виготовляли серію однакових зразків стандартної форми у вигляді композиції з полімерної матриці із епоксиданового олігомера марки ЕД-20 та наповнювача оксиду хрому. Для зшивання епоксидної композиції використано твердник ПЕПА (поліетиленполіамін).

Проводили випробування кожного зразка серії на відомій розривній машині INSTRON на розтягування з постійною швидкістю навантаження. Робоча частина кожного зразка мала товщину $T=5\text{мм}$ і довжину $L_p=38\text{мм}$. Загальна довжина зразка $L_{заг}=60\text{мм}$. Розривна машина була укомплектована тензодатчиком та динамометром. Показники датчиків під час випробування записувалися до бази даних персонального комп'ютера (ПК). Під час дослідження кожного зразка у ПК реєстрували залежність коефіцієнта Пуасона від напруження. У момент руйнування кожного зразка фіксували залежність коефіцієнта Пуасона в диференційному вигляді, як співвідношення приросту поперечної та повздовжньої деформації, а межу міцності зчеплення визначали по злому та різкому падінню до

негативної ділянки залежності диференційного коефіцієнту Пуасона від напруження в зразку.

При цьому диференційний коефіцієнт Пуасона μ^{dif} визначали як:

$$\mu^{dif} = \frac{\Delta d_{t_n}}{\Delta l_{t_n}}$$

де Δd_{t_n} - прирощення поперечної деформації

зразка за проміжок часу від t_n до t_{n+1} ($n=1, 2, \dots, k$; k - ціле число) при деформуванні зразка з постійною швидкістю навантаження;

Δl_{t_n} - прирощення повздовжньої деформації зразка за той же проміжок часу.

Внаслідок пружної відмови поперечного розміру зразка при руйнуванні адгезійного зчеплення μ^{dif} може приймати від'ємне значення при скачкоподібному вигляді його залежності від деформуючого напруження σ .

Злом на залежності $\mu^{dif} = f(\sigma)$ та круте падіння залежності до негативної ділянки дозволяє точніше ніж за способом-прототипом визначити напругу, при якій відбувається цей злом, тобто точніше визначити міцність зчеплення наповнювача з матрицею.

Аналогічно були проведені дослідження композиційних матеріалів з металевими та керамічними матрицями.

Запропонований спосіб дозволяє підвищити точність визначення міцності зчеплення наповнювача з матричним матеріалом в композиті при будь-якій формі дисперсних та волоконних наповнювачів незалежно від їх кількості, форми, розміру та розташування в матриці. Спосіб придатний для визначення міцності зчеплення в композитах з різними матрицями - полімерними, металевими, керамічними. Спосіб реалізується на стандартних розривних машинах з реєструючою апаратурою.



