

С.Ф. Гавенко, І.В. Курило

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЛЕЇВ-РОЗПЛАВІВ ДЛЯ КНИЖКОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Розвиток технології виготовлення книг способом клейового незшивного скріплення (КНС) створює передумови для поглиблених науково-практичних досліджень різноманітних клейових композицій, застосовуваних для виготовлення книжкових блоків і їх з'єднання з оправою (обкладинкою). Оскільки на довговічність користування книгою значно впливають такі кваліметричні показники, як міцність клейового з'єднання, зручність розкриття книги, що підсилює ефективність процесу сприйняття інформації (читабельність), доцільним є вивчення механічних властивостей деяких клеїв-розплавів, які застосовують у технології КНС.

Для експериментів застосовували термоклеї таких марок: ТК-2П (№7), Jowat (№5), Jowatherm (№3), Eucalin (№8), ТК-С (№4), TP-2 (№2), INSTANR FLEX 652 (№1), EMUTERM 20-108 (№6).

Механічні властивості клеїв-розплавів досліджували методом мікроіндентування. Зразки готували у вигляді паралелепіпедів з плоскопаралельними протилежними площинами.

Робоче навантаження на індентор вибирали на основі експериментальних навантажувальних характеристик – залежностей мікротвердості H_v від величини навантаження P (рис.1), одержаних за допомогою прилада ПМТ-3. У зв'язку з тим, що мікротвердість матеріалу залежить від різних зовнішніх факторів (освітлення, ступеня вологості повітря в лабораторії, температури та ін.) [2], умови експерименту для всіх досліджуваних партій клеїв підтримували однаковими. Час опускання індентора і час зняття навантаження вибирали, відповідно, по 5 с, час статичної дії індентора – 10 с.

Як бачимо, більша чутливість до навантаження (див. рис. 1) характерна для клеїв (№8, 7, 6, 5, 3). Наприклад, для клею ТК-2П (№7) H_v змінюється більше, ніж на 2,5%, зі зміною P від 2·10-2Н до 5·10-2Н. Для клеїв інших марок ці залежності виражені

слабо. Характерно, що в інтервалі навантажень $P=(4-5) \cdot 10^{-2}$ Н названі залежності виходять на "насичення", тобто при зміні P H_v змінюється мало. Навантаження $P=5 \cdot 10^{-2}$ Н вибране для порівняння значень H_v різних типів клеїв. Зауважимо, що для клею № 7 навіть при $P=5 \cdot 10^{-2}$ Н не спостерігається виходу кривої $H(P)$ на горизонтальну ділянку, що пов'язано із значною повзучістю цього матеріалу.

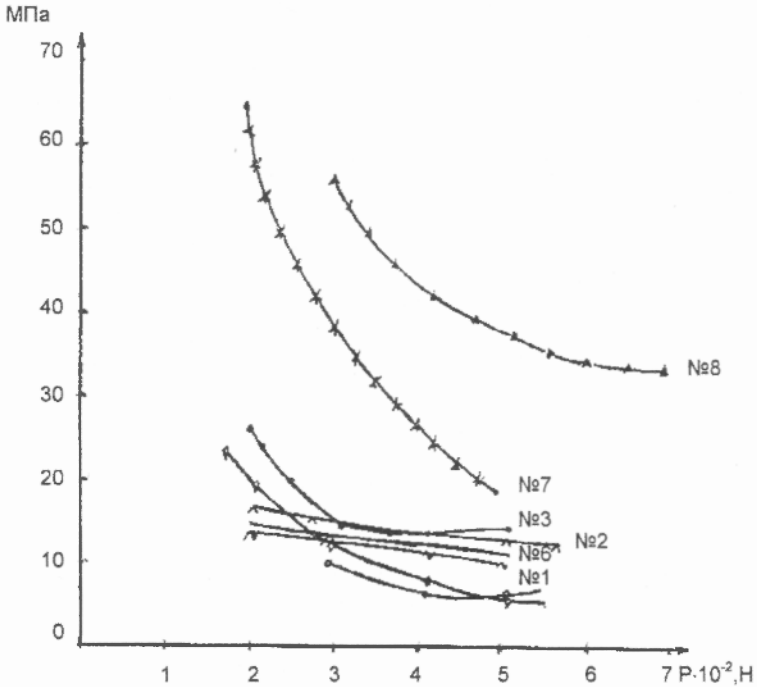


Рис. 1. Залежність мікротвердості клею-розплаву від величини навантаження на індентор

Особливістю досліджуваних матеріалів є те, що при $P < 1$ Н не вдалось одержати відбитка індентора, хоч дане навантаження для таких м'яких матеріалів аж ніяк не можна вважати малим. Для багатьох матеріалів з кристалічною структурою оптимальним є розмір діагоналі відбитка 20–30 мкм.

У даному випадку ця величина становила 80–150 мкм. Це пов'язано із значним пружним відновленням глибини відбитка, що для малих навантажень досягає 100% (тобто відбиток повністю зникає після зняття навантаження). Значно меншим є пружне відновлення сторін (діагоналей) відбитків, що і дало змогу обчислити значення H_v за довжиною діагоналей. Такі особливості не характерні для кристалічних матеріалів. Названа специфіка поведінки досліджуваних матеріалів в умовах індентування створює значні методичні труднощі щодо вивчення їх механічних властивостей.

Мікротвердість, як і інші фізичні величини (густина, температура плавлення тощо), не повинні залежати від прикладеного навантаження на індентор. Спостережувані на різних типах як кристалічних, так і некристалічних речовин залежності H_v (P) в області малих P детально обговорювались у літературі [1, 2] і становлять самостійний інтерес.

Відомо [3], що для багатьох матеріалів характерна залежність H_v від часу статичної дії навантаження t , тобто повзучість.

Для оптимізації параметрів процесу вимірювання мікротвердості досліджували залежності H_v від часу статичної дії навантаження на індентор H_v (t) при $P = 2 \cdot 10^{-2} \text{Н}$; $3 \cdot 10^{-2} \text{Н}$; $5 \cdot 10^{-2} \text{Н}$. На поверхню зразка наносили серії відбитків, витримуючи різний час: 1, 5, 10, 30 і 60 с. Для кожної серії відбитків при вищевказаному часі визначали середнє значення H_v .

У роботі [3] показано, що для багатьох матеріалів залежності H_v (t) добре описуються функцією $H_v = f/t^a$, де стала a характеризує опір деформуванню (це фактично значення H_v для часу 1 с), b – показник повзучості. Дані вимірювань добре вкладаються на прямі залежності $\lg H_v = f(\lg t)$ (рис. 2). Найбільшу повзучість мають клеї № 7 і 8 – 0,07 і 0,08; для них характерна і найбільша залежність H_v від P (див. рис. 1, крива 7). У таблиці зведені величини H_v різних клеїв при $P = 5 \cdot 10^{-2} \text{Н}$ і $t = 10$ с. Найбільша мікротвердість характерна для клеїв № 7 і 8: становить, відповідно, 63,8 і 58,4 МПа; значення H_v інших матеріалів знаходиться в межах (5,8–18,8 МПа).

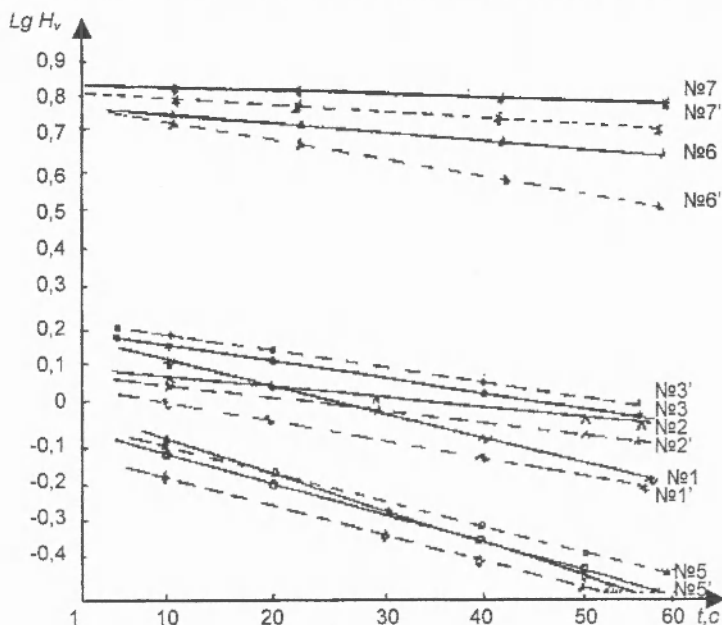


Рис. 2. Часові залежності мікротвердості клеїв-розплавів від різних навантажень

Відносна похибка E вимірювання H_v через вищезазначені труднощі вимірювань знаходиться в межах (2,3–11%) для різних “комбінацій” P і t та для різних марок клеїв. У середньому вона становить декілька відсотків.

Мікротвердість клеїв-розплавів при $P = 5 \cdot 10^{-2} H$ і $t = 10$ с

Величини	Клеї-розплави							
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
H_v (МПа)	11,8	5,8	9,3	11,6	7,4	18,8	63,8	58,4
H	0,06	0,02	0,087	0,07	0,08	0,64	0,84	0,22
$E\%$	2,3	3,8	9,4	6	11	10,9	10,6	6,9

Одержані дані можна використати для оптимізації підбору матеріалів для клеїв із заданими механічними параметрами. Виявлені тут повзучість матеріалу і залежності H_v від P накладають певні обмеження на можливість порівняння даних щодо мікротвердості різних матеріалів. Порівнювати можна значення H_v , одержані при однаковому навантаженні і часі статичної дії індентора. Доцільно вибирати значення часу статичної дії, яке відповідає слабкій зміні мікротвердості H_v залежно від часу t .

1. Боярская Ю.С. Деформирование кристаллов при испытаниях на микротвердость. Кишинев: Штиинца, 1972. 2. Глазов В.М., Вигдорович В.Н. Микротвердость минералов и полупроводников. М., 1969. 3. Юшкин Н.П. Механические свойства минералов. М., 1971.

Стаття надійшла до редколегії 30.01.98