



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **69710** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
G01N 3/00
G01N 3/08 (2006.01)
G01N 3/40 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2011 12562	(72) Винахідник(и): Лебедєв Анатолій Олексійович (UA), Музика Микола Романович (UA), Швець Володимир Петрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.10.2011	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.05.2012	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМ. Г.С. ПИСАРЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, вул. Тимірязівська, 2, м. Київ, 01014, Україна (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2012, Бюл.№ 9	(74) Представник: Марченко Віталій Омелянович, реєстр. №10

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ ПЕРШОГО РОДУ МАТЕРІАЛУ

(57) Реферат:

Спосіб визначення модуля пружності першого роду матеріалу, під час якого випробовують зразок досліджуваного матеріалу на одновісний розтяг і реєструють результати випробувань, за якими визначають модуль пружності першого роду досліджуваного матеріалу. Під час випробування зразка матеріалу на одновісний розтяг його навантажують до заданого рівня деформації, що перевищує границю пропорційності даного матеріалу і фіксують відповідне значення напруження у зразку. Зразок розвантажують і визначають величину пружної деформації при розвантаженні. Проводять масові заміри значень твердості матеріалу і визначають параметр їх розсіяння. Модуль пружності першого роду матеріалу визначають з виразу $E = E_0 + \alpha m$.

UA 69710 U

Пропонована корисна модель належить до засобів випробування матеріалів на міцність, а саме, до способу визначення модуля пружності першого роду матеріалу.

Знання величини модуля пружності є необхідним при розрахунках на міцність, жорсткість і стійкість конструкцій, при обробці результатів вимірювань з метою визначення напружень в конструкції за величиною відносної деформації, а також як міра сили міжатомного зв'язку. Крім того, модуль пружності першого роду матеріалу, є одним з показових параметрів, на зміну якого орієнтуються при проведенні оцінки деградації металу конструкції в процесі експлуатації.

Відомо, що зміна окремих властивостей матеріалу у зв'язку з напруженням або пластичною деформацією, контролюється не всіма пошкодженнями однаковою мірою, тобто кожна група пошкоджень контролює в основному одне або в кращому випадку кілька властивостей.

Наприклад, розсіяння значень границі текучості пов'язане, головним чином, з пошкодженнями природи зсуву, а значень межі міцності - з пошкодженнями, що виникають внаслідок відриву і розпушення матеріалу. Окремий клас пошкоджень контролює розсіяння характеристик пружності. Тому при оцінці пошкоджуваності матеріалу в процесі напруження орієнтуються на зміну значення модуля нормальної пружності, яке виникає внаслідок впливу зовнішніх температурно-силових дій.

Залежність модуля пружності від рівня деформованого стану має велике значення також для прогнозування зміни властивостей матеріалів при напруженнях пластичної деформації металу, які мають місце при виконанні різних технологічних операцій, наприклад, витяжки, згинання, вальцювання та ін.

Найбільш близьким за технічною суттю до пропонованого є спосіб визначення модуля пружності першого роду матеріалу, під час якого випробовують зразок досліджуваного матеріалу на одинісний розтяг і реєструють результати випробувань, за якими визначають модуль пружності першого роду досліджуваного матеріалу [ГОСТ 1497-84 (ІСО 6892-84, СТ СЭВ 471-88 Металлы. Методы испытаний на растяжение. Москва: Издательство стандартов)].

У відповідності до згаданого способу модуль пружності першого роду визначають шляхом реєстрації значення тангенсу кута нахилу лінійної ділянки діаграми залежності "напруження - деформація". Тобто, цей спосіб надає можливість достатньо достовірно визначати модуль пружності першого роду матеріалу при пропорційному (лінійному) деформуванні матеріалу - коли значення деформації не перевищує значення границі пропорційності матеріалу. Але, достовірність визначеного даним способом модуля пружності першого роду матеріалу для нелінійної ділянки діаграми через накопичення похибок під час апроксимації та обчислень є недостатньою.

Тому в основу пропонованого способу поставлена задача створення такого способу, який би дозволив підвищити достовірність визначення модуля пружності першого роду досліджуваного матеріалу за рахунок створення умов для його визначення і для нелінійної ділянки діаграми, а саме, для випадків, коли деформація перевищує значення границі пропорційності досліджуваного матеріалу.

Пропонований, як і відомий спосіб визначення модуля пружності першого роду матеріалу, під час якого випробовують зразок досліджуваного матеріалу на одинісний розтяг і реєструють результати випробувань, за якими визначають модуль пружності першого роду досліджуваного матеріалу, а, відповідно до пропозиції, під час випробування зразка матеріалу на одинісний розтяг його навантажують до заданого рівня деформації, що перевищує границю пропорційності даного матеріалу і фіксують відповідне значення напруження у зразку, далі зразок розвантажують і визначають величину пружної деформації при розвантаженні, далі проводять масові заміри значень твердості матеріалу і визначають параметр їх розсіяння, а модуль пружності першого роду матеріалу визначають з виразу:

$$E = E_0 + \alpha m,$$

де E_0 - модуль пружності першого роду матеріалу у початковому стані;

m - параметр розсіяння вимірюваних значень твердості;

α - параметр механічних властивостей матеріалу, що визначають як відношення величини напруження у матеріалі при заданому рівні деформації до величини відповідної пружної деформації при розвантаженні.

Проведені дослідження довели, що при деформаціях матеріалу, рівень яких перевищує деформацію, що відповідає границі пропорційності даного матеріалу, значення модуля пружності першого роду і відповідні параметри розсіяння вимірюваних чисел твердості при заданій деформації, знаходяться у кореляційному зв'язку поміж собою, який характеризується прямо пропорційною залежністю.

Суть процесів, які проходять у відповідності із запропонованим способом та їх послідовність полягають у наступному. На початковому етапі визначають значення модуля пружності в початковому стані. Далі навантажують зразок матеріалу до заданого рівня деформації, що перевищує деформацію, яка відповідає границі пропорційності даного матеріалу, і фіксують відповідне значення напруження у зразку. Зразок розвантажують і визначають величину пружної деформації розвантаження, далі проводять масові заміри значень твердості матеріалу і визначають параметр їх розсіювання. Наступним кроком визначають модуль пружності першого роду матеріалу з виразу:

$$E = E_0 + \alpha m,$$

де E_0 - модуль пружності першого роду матеріалу у початковому стані;
 m - параметр розсіювання вимірних значень твердості;
 α - параметр механічних властивостей матеріалу, що визначається як відношення величини напруження у матеріалі при заданому рівні деформації до величини відповідної пружної деформації при розвантаженні.

Приклад 1. Для визначення модуля пружності першого роду матеріалу при деформаціях, що перевищують значення границі пропорційності досліджуваного матеріалу, проводили експериментальне дослідження серій однакових зразків із сталі марки 20К. Для проведення дослідження використовували установку СНТ-6, призначену для дослідження матеріалів при плоскому напруженому стані /Каталог-справочник "Установки для исследования механических свойств материалов и элементов конструкций". - Киев: "Наукова думка".-1982. С. 12/. При цьому кожний підготовлений зразок закріплювали у захватах установки і піддавали навантаженню до наперед заданих рівнів деформації, а саме $\varepsilon = 0,1\%$; $0,2\%$; $0,5\%$; $1,0\%$. При цьому фіксували відповідні значення напружень у зразку. Подальшим етапом було розвантажування зразка і визначення величини пружної деформації при розвантажуванні. Після цього проводили масові заміри значень твердості матеріалу зразка за допомогою твердоміру, наприклад типу ТКМ-359 /Портативний динамічний твердомір/ й визначали параметр розсіювання значень твердості.

Отримавши усі дані із експерименту та використовуючи вираз: $E = E_0 + \alpha m$, було визначено модуль пружності першого роду матеріалу зразка. Значення модуля пружності E за параметрами m розсіювання вимірних значень твердості для сталі 20К при даних деформаціях складали, відповідно:

при $\varepsilon = 0,1\%$ - $E = 220,4$ ГПа при $m = 87,6$;

при $\varepsilon = 0,2\%$ - $E = 219$ ГПа при $m = 83,9$;

при $\varepsilon = 0,5\%$ - $E = 214,9$ ГПа при $m = 78,6$;

при $\varepsilon = 1,0\%$ - $E = 211,3$ ГПа при $m = 73,9$.

Дійсне або початкове значення модуля пружності першого роду сталі 20К дорівнювало $E_0 = 228,5$ ГПа.

Приклад 2. Визначали модуль пружності першого роду сталі 45 при деформаціях, що перевищують значення границі пропорційності даного матеріалу. При цьому проводили експериментальне дослідження серії однакових зразків із сталі 45. Для згаданих зразків використовували ті ж засоби, що і у прикладі 1 і отримували розрахункові значення модулів пружності E за параметрами m розсіювання вимірних значень твердості сталі 45 при даних деформаціях, які складали, відповідно:

при $\varepsilon = 0,1\%$ - $E = 207,9$ ГПа, $m = 116,6$;

при $\varepsilon = 0,2\%$ - $E = 207,4$ ГПа, $m = 92,9$;

при $\varepsilon = 0,5\%$ - $E = 206,2$ ГПа, $m = 89,6$;

при $\varepsilon = 1,0\%$ - $E = 205,1$ ГПа, $m = 85,6$.

Дійсне або початкове значення модуля пружності першого роду сталі 45 дорівнювало $E_0 = 210,2$ ГПа.

Отримані результати підтвердили можливість використання пропонованого способу для достовірного визначення модуля пружності першого роду і для нелінійної ділянки діаграми, а саме, для навантажень, при яких деформація перевищує границю пропорційності. Обчислені значення модуля пружності першого роду отримані запропонованим способом виявилися досить точними та таким, що відповідають дійсності. А значення модуля пружності першого роду і відповідні параметри розсіювання вимірних значень твердості при заданій деформації, знаходяться у кореляційному зв'язку поміж собою, що характеризується прямо пропорційною залежністю, а це дозволило суттєво знизити вірогідність похибок під час обчислень та підвищити достовірність отриманих даних.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Спосіб визначення модуля пружності першого роду матеріалу, під час якого випробовують зразок досліджуваного матеріалу на одновісний розтяг і реєструють результати випробувань, за якими визначають модуль пружності першого роду досліджуваного матеріалу, який **відрізняється** тим, що під час випробування зразка матеріалу на одновісний розтяг його навантажують до заданого рівня деформації, що перевищує границю пропорційності даного матеріалу і фіксують відповідне значення напруження у зразку, далі зразок розвантажують і визначають величину пружної деформації при розвантаженні, далі проводять масові заміри значень твердості матеріалу і визначають параметр їх розсіяння, а модуль пружності першого роду матеріалу визначають з виразу $E = E_0 + \alpha m$, де E_0 - модуль пружності першого роду матеріалу у початковому стані, m - параметр розсіяння виміряних значень твердості, α - параметр механічних властивостей матеріалу, що визначають як відношення величини напруження у матеріалі при заданому рівні деформації до величини відповідної пружної деформації при розвантаженні.

Комп'ютерна верстка Л. Купенко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601
