



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **76787** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**G01N 3/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2012 09207</b>	(72) Винахідник(и): <b>Шевченко Юрій Миколайович (UA), Тормахов Микола Миколайович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>26.07.2012</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.01.2013</b>	(73) Власник(и): <b>ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ІМ. С.П. ТИМОШЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ,</b> вул. Нестерова, 3, м. Київ-57, 03057, Україна (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.01.2013, Бюл.№ 1</b>	

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПРУЖНОПЛАСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІЗОТРОПНОГО МАТЕРІАЛУ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення пружнопластичних властивостей ізотропного матеріалу полягає в тому, що випробовують зразки на миттєвий осьовий розтяг при різних постійних температурах, обчислюють компоненти тензорів умовних напружень і відносних деформацій в робочій частині зразка та будують залежність між інтенсивностями тензорів напружень та деформацій. Експерименти проводять на трубчастих зразках з сумісним до осьового розтягу пропорційно зростаючим внутрішнім тиском з реалізацією виду напруженого стану в робочій частині зразків та додатково будують залежність між першими інваріантами тензорів напружень та деформацій.

UA 76787 U



Корисна модель належить до способів визначення пружнопластичних властивостей ізотропного матеріалу, які визначаються шляхом механічних випробувань зразків і необхідні для розрахунків напружено-деформованого стану елементів конструкцій, що працюють в умовах складного неізотермічного навантаження.

Найбільш близьким за технічною суттю та отриманим результатом є вибраний за прототип спосіб визначення пружнопластичних властивостей ізотропного матеріалу [1]. Спосіб полягає в тому, що випробовують зразки на миттєвий осьовий розтяг при різних постійних температурах, обчислюють компоненти тензорів умовних напружень і відносних деформацій в робочій частині зразка та будують залежність між інтенсивностями тензорів умовних напружень та відносних деформацій. Цей спосіб визначення пружнопластичних властивостей ізотропного матеріалу базується на теорії пластичності, згідно якої для конкретизації скалярних властивостей матеріалу використовують зв'язок між інтенсивностями тензорів напружень та деформацій, вважаючи, що він не залежить від виду напруженого стану. Вид напруженого стану характеризують кутом виду напруженого стану, який показує орієнтацію дотичного напруження в октаедричній площині відносно від'ємного напрямку проекції на цю площину головної осі, вздовж якої діє мінімальне нормальне напруження [2]. Припущення про незалежність зв'язку між інтенсивностями тензорів умовних напружень та відносних деформацій матеріалу від виду напруженого стану була експериментально підтверджена в дослідях з ізотропними однорідними матеріалами при малих деформаціях в умовах кімнатних і підвищених температур [1]. В роботі [2] на основі дослідів на пропорційне навантаження при кімнатних та підвищених температурах, проведених за межами малих деформацій (при деформаціях більших 10 %), було відмічено відхилення залежності між першими інваріантами тензорів умовних напружень та відносних деформацій від лінійності та пружності і наявність в цій залежності пластичних деформацій. Ці досліді продемонстрували також вплив виду напруженого стану на залежність між інтенсивностями і між першими інваріантами тензорів умовних напружень та відносних деформацій. З вищенаведеного можна зробити висновок, що недоліками прототипу є те, що у випадку деформування елемента тіла за межами малих деформацій він не враховує нелінійність, непружність залежності між першими інваріантами тензорів умовних напружень та відносних деформацій, а також не враховує вплив виду напруженого стану на залежності між першими інваріантами і між інтенсивностями тензорів умовних напружень та відносних деформацій.

Задачею корисної моделі є розробка способу визначення пружнопластичних властивостей ізотропного матеріалу, який дозволяє підвищити достовірність визначення пружнопластичних властивостей ізотропних матеріалів за межами малих деформацій.

Задача вирішується завдяки тому, що в відомому способі визначення пружнопластичних властивостей ізотропного матеріалу від виду напруженого стану та температури, який полягає в тому, що випробовують зразки на миттєвий осьовий розтяг при різних постійних температурах, обчислюють компоненти тензорів умовних напружень і відносних деформацій в робочій частині зразка та будують залежності між інтенсивностями тензорів напружень та деформацій, згідно з корисною моделлю, експерименти проводять на трубчастих зразках з сумісним до осьового розтягу пропорційно зростаючим внутрішнім тиском з реалізацією виду напруженого стану в робочій частині зразків, який характеризується значеннями кута виду напруженого стану рівними 0, 30, 60°, та додатково будують залежність між першими інваріантами тензорів напружень та деформацій.

Відмінною особливістю способу, який заявляється, є те, що експерименти проводять на трубчастих зразках з сумісним до осьового розтягу пропорційно зростаючим внутрішнім тиском з реалізацією виду напруженого стану в робочій частині зразків, який характеризується значеннями кута виду напруженого стану рівними 0, 30, 60°, та додатково будують залежність між першими інваріантами тензорів напружень та деформацій.

Завдяки тому, що, згідно із запропонованим способом, експерименти проводять на трубчастих зразках з сумісним до осьового розтягу пропорційно зростаючим внутрішнім тиском з реалізацією виду напруженого стану в робочій частині зразків, який характеризується значеннями кута виду напруженого стану рівними 0, 30, 60° можна дослідити і врахувати вплив виду напруженого стану на залежності між інтенсивностями та першими інваріантами тензорів умовних напружень та відносних деформацій, що дозволяє більш достовірно описати пружнопластичні властивості ізотропних матеріалів. Так як по результатам експериментів додатково будують залежність між першими інваріантами тензорів напружень та деформацій, це дозволяє підвищити точність опису пружнопластичних властивостей ізотропних матеріалів за рахунок врахування нелінійності та непружності цієї залежності.

Запропонований спосіб здійснюють наступним чином. З матеріалу, властивості якого треба дослідити, виготовляють трубчасті зразки та встановлюють їх в випробувальну машину. Після нагрівання зразка до температури випробувань його миттєво навантажують осьовим зусиллям та внутрішнім тиском. В експериментах по навантаженню трубчастих зразків осьовою силою і внутрішнім тиском виникають осьові, радіальні, колові напруження. Осьові та колові напруження обчислюють по величинам осьового зусилля та внутрішнього тиску та по розмірам зразка. Радіальними напруженнями нехтують, бо вони були значно менші ніж осьові та колові. В робочій частині трубчастих зразків створюють напружений стан, який характеризується значеннями кута виду напруженого стану рівними 0, 30, 60°. Ці види напруженого стану реалізуються, коли відношення колових напружень до осьових дорівнюють відповідно 1:1, 2:1, та 0. Внутрішній тиск в порожнині трубчастого зразка при кімнатних температурах створюють за допомогою рідкого мастила, а при підвищених температурах - за допомогою інертного газу [2]. Миттєве навантаженням для даної температури випробувань - це навантаження з такою швидкістю, при якій короткотривала повзучість вже не впливає на зв'язок між напруженнями та деформаціями [1]. Якщо збільшення швидкості навантаження в два рази викликає збільшення напружень в матеріалі менше ніж на 5 % для даної інтенсивності деформації та температури, то таке навантаження ми називаємо миттєвим. Величина збільшення на 5 % вибрана тому, що для одновісного розтягу критерії найбільшого дотичного напруження і октаедричного дотичного напруження відрізняються на величину приблизно 5 %. Під час випробувань в робочій частині зразка виникають осьові, радіальні та колові відносні деформації. Ці деформації обчислюють по величині зовнішнього діаметра та бази зразка по довжині, які змінювалися в процесі навантаження зразка, з використанням умови пластичної нестисливості елемента тіла. Діаметр зразка і базу зразка по довжині вимірюють в процесі експерименту тензометром, що встановлюють на зразку. По величинам компонент напружень та деформацій будують залежності між інтенсивностями та першими інваріантами тензорів умовних напружень та відносних деформацій. Проміжні значення залежностей між інтенсивностями та першими інваріантами тензорів умовних напружень та відносних деформацій в процесі розв'язання крайових задач обчислюють за допомогою інтерполяції отриманих базових залежностей між напруженнями та деформаціями по параметрам виду напруженого стану, температури та параметра навантаження.

Заявлена корисна модель вирішує задачу підвищення достовірності визначення пружнопластичних властивостей ізотропних матеріалів за межами малих деформацій в процесі їх механічних випробувань. Технічний результат, що досягається, полягає у врахуванні непружності та нелінійності залежності між першими інваріантами тензорів умовних напружень та відносних деформацій в області помірних скінчених деформацій та впливу виду напруженого стану на залежність між інтенсивностями та першими інваріантами тензорів умовних напружень та відносних деформацій.

Джерела інформації:

1. Шевченко Ю.Н., Терехов Р.Г. Физические уравнения термовязкопластичности. К.: Наук. думка, 1982.-240 с
2. Шевченко Ю.Н., Тормахов Н.Н. Определяющие уравнения термопластичности с учетом третьего инварианта // Прикл. механика, 46. - № 6, 2010. - С. 3-16.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення пружнопластичних властивостей ізотропного матеріалу, який полягає в тому, що випробовують зразки на миттєвий осьовий розтяг при різних постійних температурах, обчислюють компоненти тензорів умовних напружень і відносних деформацій в робочій частині зразка та будують залежність між інтенсивностями тензорів напружень та деформацій, який **відрізняється** тим, що експерименти проводять на трубчастих зразках з сумісним до осьового розтягу пропорційно зростаючим внутрішнім тиском з реалізацією виду напруженого стану в робочій частині зразків, який характеризується значеннями кута виду напруженого стану рівними 0, 30, 60°, та додатково будують залежність між першими інваріантами тензорів напружень та деформацій.

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

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