

траєкторії навантаження завжди існує такий кут зламу, при якому величина граничної деформації приймає максимальне значення.

Литература:

1. Богатов А.А. Ресурс пластичности металлов при обработке давлением / А. А. Богатов, О. И. Мижирицкий, С. В. Смирнов. – М.: Металлургия, 1984. – 144 с.
2. Колмогоров В.Л. Напряжения, деформации, разрушение / В.Л. Колмогоров. - М: Металлургия, 1970. – 229 с.
3. Дель Г.Д. Технологическая механика / Г. Д. Дель. - М.: Машиностроение, 1978. - 174 с.
4. Огородников В.А. Энергия. Деформации. Разрушение (задачи автотехнической экспертизы) / В.А. Огородников, В.Б. Киселёв, И.О. Сивак – Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 204 с.
5. Ильющин А.А. Пластичность. Основы общей математической теории / А. А. Ильющин. – М.: АН СССР, 1963. – 271 с.
6. Дель Г.Д. Пластичность деформированного металла / Г.Д. Дель // Физика и техника высоких давлений. - 1982.- №11. - С. 28-32.
7. Михалевич В. М. Тензорні моделі накопичення пошкоджень / В. М. Михалевич. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1998. – 195 с.

ESTIMATION OF LIMIT STRAINS UNDER NONMONOTONIC LOADING

Sivak R.I., Savchinskiy I.G.

Abstract. *The method of estimation of plasticity of metals is offered at the unmonotonous loading in basis of which a hypothesis is fixed that damages have the directed character and described the tensor of the second grade. In quality a tensor the components of tensor of tensions are chosen. It is accepted that destruction comes subject to the condition, when faltung of tensor of damages equals unit. The condition of destruction is offered d for the estimation of of maximum deformations at deformation on the doublelink trajectories of loading. Dependences of of maximum deformation are on the corner of fracture of doublelink trajectory of loading and from the of degree of deformation before a fracture.*

Keywords: plasticity of metal, nonmonotonic loading, ultimate deformation, loading path, used plasticity resource

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ-УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ

¹Карбовський О.Ф., ¹Лисий М.В., ¹Савуляк В.І., ²Мозговий О.В.

¹Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна e-mail:

kalipso394@rambler.ru

²Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Україна, Вінниця, вул. Острозького, 32, mavimfto@gmail.com

Анотація. *Розглянуто методи покращення швидкодії і точності вимірювань кута повороту оберненого маятника для дослідження внутрішнього тертя.*

Ключові слова: внутрішнє тертя, абсолютний шифратор, датчик кута повороту, крутильний маятник.

Метод внутрішнього тертя (механічна спектроскопія) набув широкого застосування в різних областях матеріалознавства і фізики твердого тіла. Показником внутрішнього тертя

Q^{-1} (величина обернена добротності системи Q) характеризує відносну величину розсіювання механічної енергії W за період коливань та перетворення її в теплоту. Величина Q^{-1} пов'язана з іншими показниками розсіювання енергії таким чином:

$$Q^{-1} = \frac{\Delta W}{2 \cdot \pi \cdot W} = \operatorname{tg} \varphi = \frac{G''}{G'} = \frac{\delta}{\pi} = \frac{\ln \frac{A_n}{A_{n+1}}}{\pi \cdot n} \quad (1)$$

де W – енергія підведена, а ΔW – енергія розсіяна за цикл;

φ – кут зсуву по фазі деформації від напруги (кут механічних втрат);

G' – динамічний метод зсуву, G'' – модуль механічних втрат;

δ – логарифмічний декремент коливань;

A_n і A_{n+1} – дві амплітуди (A_n – найбільша, A_{n+1} – найменша) затухаючих коливань конкретного вимірювання, n – кількість коливань в інтервалі вибраних амплітуд.

Найбільш поширеними методами вимірювання внутрішнього тертя є непрямі методи, засновані на спостереженні вільних або вимушених коливань стержнів в діапазоні частот від 10^{-3} до 10^{11} Гц. Діапазони частот, в яких проводять дослідження, умовно можна розділити на чотири групи: інфразвукові (10^{-4} – 10^1 Гц), звукові (10^2 – 10^4 Гц), ультразвукові (10^4 – 10^8 Гц) і гіперзвукові (10^9 – 10^{11} Гц).

Найбільш простим і зручним з методів інфразвукового дослідження є метод крутильного маятника. Метод крутильного маятника володіє, як перевагами, так і недоліками. Основними недоліками є неоднорідність деформації в зразку і наявність розтягуючого навантаження, що створене масою інерційної системи, яка прикріплена до нижнього кінця зразка. Крутильний маятник, позбавлений останнього недоліку, запропонований Енгом і Вертом, називають оберненим маятником. Найбільш вдалий варіант оберненого маятника розроблений Пігузовим.

Така велика кількість установок, різниця в їх чутливості та принципі дії, зумовлює неоднозначні експериментальні дані і результати аналізу спектрів поглинання механічної енергії. В зв'язку з цим виникає необхідність вдосконалення установок та вимірювальної апаратури для дослідження величини внутрішнього тертя в напрямку їх автоматизації, підвищення чутливості, забезпечення точності та швидкодії.

В роботі було запропоновано методи, які дозволяють покращити точність та швидкодію вимірювальної установки з дослідження внутрішнього тертя. Для безконтактного вимірювання кута повороту запропоновано скористатись підходами, що використовуються в абсолютних шифраторах.

Найперспективніші у використанні для вимірювання кутів є такі підходи для побудови абсолютних шифраторів (енкодерів): датчики на ефекті Холла, ємнісні датчики, оптичні датчики.

При вимірюваннях з використанням датчиків на ефекті Холла на осі маятника встановлено постійний діаметрально намагнічений магніт, а над ним чотири датчика Холла, парами симетрично відносно осі обертання. В цьому випадку незначне зміщення в горизонтальній площині падіння сигналу на одному датчику компенсується ростом на симетричному йому датчику.

Поворот маятника, з встановленим на ньому магнітом, змінює магнітну індукцію над датчиками, а по величині магнітного поля робимо висновок про кут повороту. Переваги: висока роздільна здатність, простота реалізації, можливість електронної калібровки. Недоліки: п'єзореєзистивний зсув, термоелектричний зсув, з'єднувальний польовий ефект.

Серед наведених методів підвищення точності і швидкодії установки внутрішнього тертя найбільш вдалим є метод з використанням датчиків Холла для вимірювання кута повороту оберненого маятника. Він менше за інші впливає на зміну моменту інерції маятника, найпростіший в реалізації і дає можливість передавати дані в цифровому форматі.

Література:

1. Коротаев В.В. Оптико-электронные преобразователи линейных и угловых перемещений. Часть 1. Оптико-электронные преобразователи линейных перемещений. Учебное пособие. /В.В Коротаев А.В. Прокофьев, А.Н. Тимофеев – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 114 с.
2. Головин И.С. Внутреннее трение и механическая спектроскопия металлических материалов: учеб. / И.С. Головин. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 247 с.
3. Азаров В.Н. Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления / В.Н. Азаров, А.Ф. Каперко. Приборы и системы управления. — 1998. — №5.

AUTOMATIZATION OF MEASURING SYSTEM-INSTALLATION FOR THE STUDY OF INTERNAL THERMAL

Karbovskiy A., Lysiy M., Savulyak V., Mozhovyy O.

Abstract. *There have been considered methods of improvement of operation speed and measurement accuracy of the inverse pendulum rotation angle for the study of internal friction.*

Keywords: internal friction, absolute encoder, angle rotation sensor, torsional pendulum.

ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ ДИСЛОКАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ Al - сталь ПІСЛЯ ТЕРМОЦИКЛЮВАННЯ

¹Лисий М. В., ²Мозговий О. В., ²Білюк А. І., ²Крот І. Л.

¹Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна e-mail: m.lysiy@bigmir.net

²Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Україна, Вінниця, вул. Острозького, 32, mavimfto@gmail.com

Анотація. *Зроблено оцінку визначення параметрів дислокаційної структури та характеристик амплітудної залежності внутрішнього тертя за кривими залежності згасання в композиційному матеріалі алюміній - сталь.*

Ключові слова: внутрішнє тертя, термоциклювання, критичні амплітуди деформації, композиційний матеріал, дислокації, субструктурне зміцнення.

Амплітудна залежність внутрішнього тертя (АЗВТ) пояснюється взаємодією дислокацій з точковими дефектами. Серед різних моделей АЗВТ найбільш універсальною є модель Гранато-Люкке [1]. Виміряні характеристики амплітудної залежності внутрішнього тертя на пряму пов'язані з параметрами дислокаційної структури: величиною енергії зв'язку дислокаційної лінії з точковими дефектами і вузлами дислокаційної сітки, довжиною відрізків, сегментів і густиною дислокацій. Тому в роботі зроблена оцінка вказаних параметрів дислокаційної структури по кривим амплітудної залежності внутрішнього тертя. В роботі було досліджено волокнистий композиційний матеріал алюміній – сталевий дріт. В ролі матриці використано технічний алюміній АД₁. Армування здійснено паралельними одно напрямленими неперервними волокнами високоміцної сталі ЕП322 діаметром 100 мкм. Термоциклювання (ТЦО) проводилося в інтервалі температур 150°C↔20°C, 300°C↔20°C, 500°C↔20°C (3хв.). Внутрішнє тертя (ВТ) вимірювали на низькочастотному (1Гц) приладі типу оберненого крутильного маятника [2]. Характеристики структури які розраховані за результатами експериментів наведено в таблиці 1.