

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛЕВОЇ ПЛАСТИНИ ЗА ЧАСТОТАМИ МОД НАТЯГНУТОЇ НАД НЕЮ СТРУНИ

Школяр А.А., Стрілецький Ю. Й.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти й газу
76019, м. Івано – Франківськ, вул. Карпатська, 15

Сучасні машини і механізми потребують раціонального вибору з поміж існуючих, та розробки нових матеріалів із прогнозованими властивостями. Їх виготовлення вимагає розвиненої технологічної інфраструктури і проведення комплексу заходів від моделювання до формотворення деталей. Одним із важливих етапів розробки є дослідження механічних властивостей матеріалів в експлуатаційних умовах. Розширення переліку параметрів для оцінки властивостей матеріалів в умовах експлуатації має велике значення для діагностування та прогнозування їх ресурсу роботи.

Внаслідок пластичної деформації до певної межі в металі відбувається наклепування. При цьому розвантажена деталь залишається пружною, хоча із залишковими деформаціями та із частково зміненою структурою. Відомо, що при різкому навантаженні реальне тверде тіло різко деформується і тільки через деякий час деформація стає відповідною до закону Гука. При навантаженні взірця деформація відбувається поступово за час τ_n . При відсутності навантаження під дією повертаючої сили відбувається релаксація, яка триває протягом часу τ_r . Залежно від частоти прикладання навантаження релаксаційні процеси пояснюються різними властивостями структури металу. Зміна структури металу призводить до зміни параметрів релаксації. Їх можна визначити за допомогою циклічних навантажень металу, структурні зміни в якому проявляються зростанням втрат енергії в металі [1], при цьому зростає і час релаксації [2]. Втрати енергії в твердому тілі пояснюються зростанням його пластичності. Пластичність є одним із параметрів, які впливають на механічний імпеданс матеріалу, а він в свою чергу впливає на частоту власних коливань деталі. Збудивши і вимірявши власні коливання у деталі можна порівняти їх із теоретично розрахованими та встановити ступінь розбіжності.

Метою даної роботи є розробка неруйнівного способу оцінки зміни пластичних властивостей металу смуги на вибраній ділянці, використовуючи аналіз частот мод натягнутої над нею струни, яка разом із цією смугою утворює спільну коливальну систему.

Для дослідження пружно-пластичних властивостей металу запропоновано використовувати механічні коливання, які збуджуються коливаннями натягнутої на опорах струни, шляхом вимірювання частот власних коливань струни і визначення співвідношення між частотами цих коливань на вищих модах і гармоніками частоти коливань першої моди. При цьому, можливість безеталонно оцінити наявність пластичних деформацій в металі пояснюється впливом втрат механічної енергії при циклічних навантаженнях і розвантаженнях на частоти коливань механічної коливальної системи.

Розроблено спосіб та експериментальну установку для проведення досліджень зміни пластичних властивостей сталей, за допомогою якого проведено серію експериментів, де визначено відносний коефіцієнт зміни частот коливань на різних модах для різноманітних металевих взірців.

Проведені експериментальні дослідження підтвердили правильність теоретичних досліджень: встановлено, що при наявності пластично деформованої ділянки в металевій пластині коефіцієнт відношення гармоніки першої моди до частоти коливань вищих мод більший за одиницю.

I.O. Scott-Emuakpor, T. George, C. Cross, M.-H.H. Shen, Journal of Strain Analysis for Engineering Design, 45, No. 4: 275 (2010). 2.Surajit Kumar Paul, N. Stanford, A.Taylor, T. Hilditch, International Journal of Fatigue. № 80: 341 (2015).