

УДК 620.178

Вплив зовнішніх факторів, таких як вібрація та удари, на деформацію твердих тіл

І.В. Климаш

Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна

***Анотація.** У роботі досліджено вплив зовнішніх механічних факторів, таких як вібрації та удари, на процеси деформації твердих тіл у різних умовах навантаження. Розглянуто вплив параметрів вібраційних і ударних навантажень, зокрема частоти, амплітуди та інтенсивності, на поведінку матеріалів із різними механічними властивостями. Використовуючи сучасні чисельні методи та експериментальні підходи, встановлено основні закономірності поведінки матеріалів під дією динамічних факторів. Отримані результати показують, що інтенсивність та тип зовнішніх факторів суттєво впливають на стабільність конструкцій та викликають пластичні деформації. Отримані результати мають практичне значення для прогнозування поведінки конструкцій у критичних умовах експлуатації та розробки методів підвищення їхньої надійності.*

***Ключові слова:** вібрація; удари; тверді тіла; амплітуда коливань; пластичні деформації.*

Постановка проблеми. У сучасних технологіях машинобудування одним із ключових завдань є забезпечення надійності конструкцій під впливом зовнішніх механічних факторів. До таких факторів належать вібрації та удари, які часто супроводжують експлуатацію механічних систем у промисловості, транспорті та авіації.

Мета дослідження. Визначення характеру впливу вібраційних і ударних навантажень на матеріали з різними механічними властивостями, зокрема пружністю, міцністю та пластичністю.

Матеріали і заготовки. Для експериментів використовувалися зразки із двох матеріалів:

1. Сталь 45 (відповідає ГОСТ 1050-88) – конструкційна вуглецева сталь. Основні властивості: границя текучості: $\sigma_t = 355$ МПа, модуль пружності: $E = 210$ ГПа.
2. Алюмінієвий сплав Д16Т (відповідає ГОСТ 4784-97) – легований алюмінієвий сплав. Основні властивості: границя текучості: $\sigma_t = 430$ МПа, модуль пружності: $E = 72$ ГПа.

Розрахунок параметрів

1. Амплітуда коливань при резонансі:

$$A = \frac{F}{k \cdot \sqrt{\left(1 - \left(\frac{f}{f_n}\right)^2\right)^2 + \left(2\zeta \frac{f}{f_n}\right)^2}} \quad (1)$$

Для частоти $f = 25.4$ Гц, сили $F = 50$ Н, коефіцієнта демпфування $\zeta = 0.02$ отримано $A = 0.005$ м (5 мм).

2. Коефіцієнт концентрації напружень:

$$K_t = 1 + 2 \cdot \frac{d}{\omega} \quad (2)$$

Для отвору діаметром $d = 10$ мм і ширини пластини $\omega = 50$ мм, коефіцієнт концентрації напружень $K_t = 1.4$

3. Енергія, поглинута матеріалом:

$$E_p = \frac{\sigma^2}{2E} \quad (3)$$

Для сталі ($E = 200$ ГПа) та напруження 300 МПа розраховано $E_p = 0.225$ Дж.

Графіки досліджень

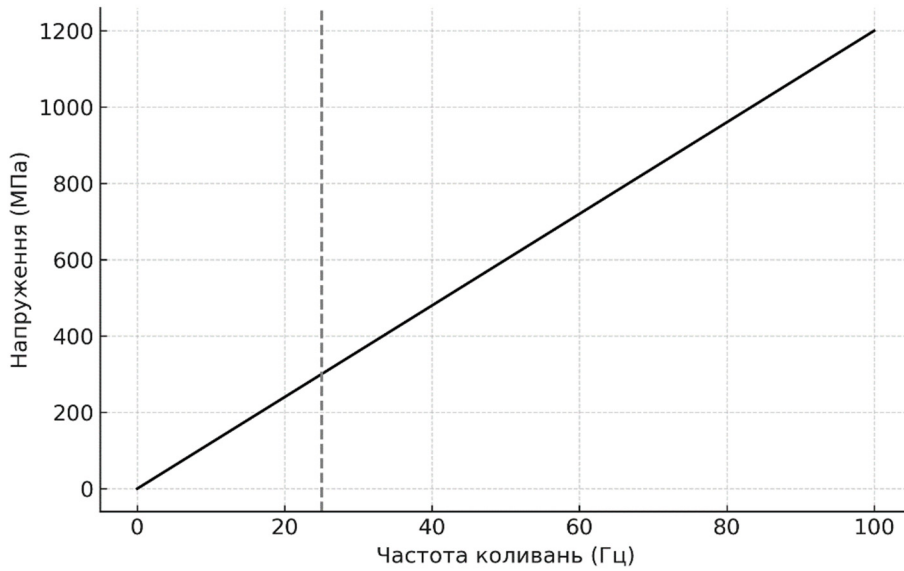


Рис. 1. Залежність напруження від частоти коливань

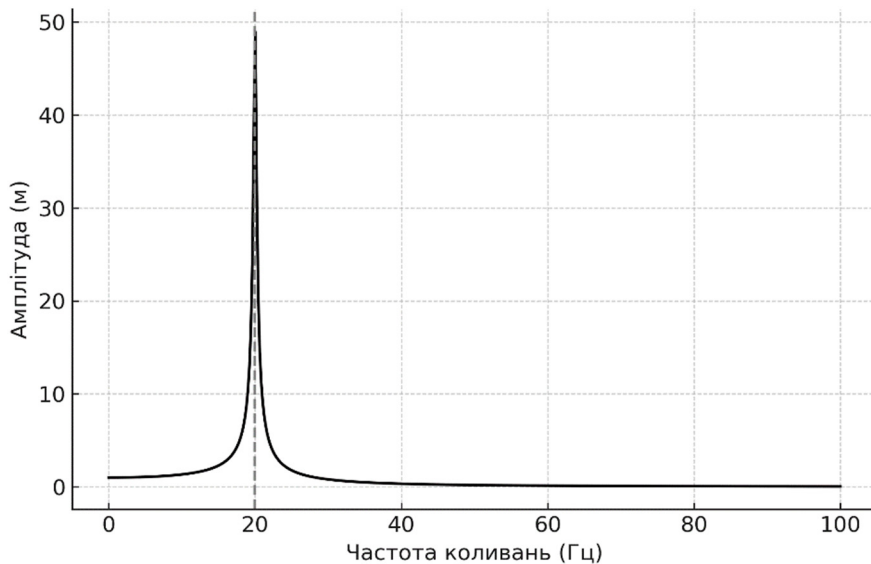


Рис. 2. Залежність амплітуди від частоти коливань

Показано, що збільшення амплітуди вібрацій призводить до появи мікротріщин у металічних матеріалах, які в подальшому розвиваються у макротріщини. Ударні навантаження спричиняють локальні пластичні деформації, які залежать від швидкості та кута удару.

Список літератури

1. Воробйов Є. В. Проблеми міцності. – 2002. – № 4. – С. 83-89.
2. Гнатюк М.В., Швець В.І. Динаміка та стійкість механічних систем. – Львів: Світ, 2016.
3. Кузьменко В.Г. Теорія пружності та пластичності. – Київ: Наукова думка, 2020.

The influence of external factors, such as vibration and shock, on the deformation of solids

I. Klymash

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

***Abstract.** The work investigates the influence of external mechanical factors, such as vibrations and shocks, on the deformation processes of solids under various loading conditions. The influence of vibration and shock load parameters, in particular frequency, amplitude and intensity, on the behavior of materials with different mechanical properties is considered. Using modern numerical methods and experimental approaches, the main patterns of material behavior under the influence of dynamic factors have been established. The results obtained show that the intensity and type of external factors significantly affect the stability of structures and cause plastic deformations. The results obtained are of practical importance for predicting the behavior of structures under critical operating conditions and developing methods to increase their reliability.*

***Keywords:** vibration; shocks; solids; oscillation amplitude; plastic deformations.*