

УДК 534.1: 539.3

ДО УМОВ ВИНИКНЕННЯ ЕФЕКТУ НЕСИМЕТРІЇ ПРУЖНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІМПУЛЬСНО НАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМ

Ольшанський В.П., д.ф.-м.н., проф., Сліпченко М.В., к.т.н., доц.,
Слинько Н.В., студент, Коновалова О.О., студент

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка)*

Імпульсне навантаження коливальної системи призводить до її відхилення від положення рівноваги, як і в будь якій коливальній системі. В залежності від обраної розрахункової схеми і допустимих спрощень, що допускає та чи інша математична модель далі відбуваються коливання зі зменшенням амплітуди, якщо враховують сили опору різної природи, чи гармонічні коливання, якщо ними нехтують. Зростання амплітуд спостерігається лише у випадку дії змушуючої сили періодичного характеру. Але при розгляді конструкцій коливальних систем з несиметричною характеристикою пружності можливий випадок виникнення ефекту несиметрії.

Названий динамічний ефект полягає в тому, що екстремальне переміщення прямого ходу коливальної системи в напрямі дії силового імпульсу може бути меншим за максимальне переміщення зворотного ходу розвантаженої системи. Таке співвідношення переміщень проявляється в системах з несиметричною характеристикою пружності лише за певних умов, які з'ясовуються в роботі. До систем, де може проявлятися згаданий ефект, відносяться осцилятори з кусково лінійною силовою характеристикою [1, 2], балки з бінарними опорами [3, 4, 5], балки, підкріплені дискретно однобічними пружними опорами [6] або однобічно пружною основою [7]. Це стосується мембран та пластин обмежених розмірів, що лежать на однобічній пружній основі [8, 9]. Для проведення дослідження руху задіяно метод припасування розв'язків, а також метод інтегральних рівнянь з їх числовою реалізацією зведенням до алгебраїчних. Крім ідеально пружних кусково лінійних систем, в доповіді розглянуто і рух суттєво нелінійної дисипативної системи з одним ступенем вільності, а саме квадратично нелінійного осцилятора з сухим тертям, де точний розв'язок динамічної задачі виражено через еліптичні функції Якобі.

Одним з варіантів вихідного рівняння руху приймемо:

$$m\ddot{x} + c_1x + c_2x^2 + F_T \operatorname{sign}(\dot{x}) = 0, \quad (1)$$

де m – маса осцилятора; c_1 , c_2 – коефіцієнти пружності; F_T – сила сухого тертя; $x = x(t)$ – переміщення осцилятора в часі t ; крапка над x означає похідну по t .

Припускаємо, що осцилятору надано миттєвий імпульс $S = m\nu_0$ у напрямі додатних x . У випадку протилежного напрямку імпульсу ефект несиметрії проявляється не буде.

Отже початковими умовами до (1) є:

$$x(0) = 0; \dot{x}(0) = \nu_0, \quad (2)$$

Зазначимо, що прояв ефекту несиметрії можливий і за інших сил опору, отже останній доданок в (1) залежатиме від конкретних сил опору.

Дослідження даного явища є актуальною задачею, бо амплітудні відхилення зворотного ходу більші за відхилення прямого ходу, і в разі відсутності додаткових обчислень можуть стати причиною руйнування конструкцій і споруд.

Список літератури:

1. Ольшанський В.П. Про динамічний ефект несиметрії силової характеристики коливальної системи при імпульсному навантаженні. / В.П. Ольшанський, С.В. Ольшанський // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин. – Х. – 2018. – № 33 (1309). – С. 33–36.
2. Ольшанський В. П. Про ефект несиметрії силової характеристики коливальної системи при механічному ударі. / В.П. Ольшанський, С.В. Ольшанський // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця. – 2018. – № 2 (89). – С. 36-40.
3. Ольшанський В.П. Нелінійні коливання дисипативних осциляторів. / В.П. Ольшанський, М.В. Сліпченко, О.І. Спольнік, В.В. Бурлака. – Х.: Міськдрук. – 2020. – 268с.
4. Ольшанський В.П. Динамічне згинання балки з бінарним закріпленням країв / В.П. Ольшанський, С.В. Ольшанський // *Інженерія природокористування*. – 2019. – № 1 (11). – С. 68–73.
5. Ольшанський В.П. Імпульсне згинання балки з бінарними крайовими умовами / В.П. Ольшанський, В.В. Бурлака, М.В. Сліпченко // *Вібрації в техніці та технологіях*. – 2019. – № 4 (95). – С. 16-24. <https://doi.org/10.37128/2306-8744-2019-4-2>
6. Ol'shanskii V.P. Dynamics of Impulse-Loaded Beam with One-Sided Support Ties. / V.P. Ol'shanskii, V.V. Burlaka, M.V. Slipchenko // *Int Appl Mech*. – 2019. – 55. – P. 575–583. <https://doi.org/10.1007/s10778-019-00979-7>
7. Ольшанський В.П. Імпульсне навантаження балки, що підкріплена однобічною пружною основою. / В.П. Ольшанський, В.В. Бурлака, М.В. Сліпченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарств: Проблеми надійності машин. – Х. – 2019. – Вип. 205. – С. 82-93.
8. Ольшанський В.П. Нестационарні коливання мембрани на однобічній пружній основі, спричинені силовим імпульсом. / В.П. Ольшанський, С.В. Ольшанський, М.В. Сліпченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. Х. – 2018. – № 18 (1333). – С. 249–255.
9. Ольшанський В. П. Коливання прямокутної пластини на однобічній пружній основі при імпульсному навантаженні. / В.П. Ольшанський, О.І. Спольнік, В.В. Бурлака, М.В. Сліпченко // *Інженерія природокористування*. – Х. – 2019. – № 2(12). – С. 96-101.