

СЕКЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ

УДК 621.7.044

*Є.А. Фролов, докт. техн. наук, професор,
С.В. Попов, канд. техн. наук, доцент,
С.М. Гнітько, канд. техн. наук, доцент,
В.В. Павелко, студент*

*Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ ОСНОВ ШТАМПУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ПІД ДІЄЮ УДАРНО-ІМПУЛЬСНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Штамування листових матеріалів складної конфігурації із важкооброблюваних матеріалів являє собою складний процес, що вимагає застосування спеціального обладнання [1, 2]. До нього відносять такі установки: електрогідравлічна, вибухова, пневмоударна, статико-динамічна. Проблема створення надійних фундаментів зменшеної ваги, що запобігають сейсмічному впливові імпульсного навантаження на навколишнє цехове обладнання є актуальною. Для її вирішення необхідно знати параметри руху фундаментів під ударно-імпульсним навантаженням, їх частоту власних коливань [3-5].

Під дослідження розглянуто фундамент, розташований на поверхні пружної основи під дією асиметричного навантаження. Враховуючи, що фундамент жорсткий, отримано диференціальне рівняння руху фундаменту без урахування коливань:

$$M \frac{d^2 W}{dt^2} + Q(t) = P(t), \quad (1)$$

де M – маса фундаменту; W – переміщення; $Q(t)$ – сумарна сила реакції пружної основи; $P(t)$ – сумарне зовнішнє навантаження на фундамент.

Потім уявляємо, що горизонтальне переміщення відсутнє. Асиметричний характер задачі дозволяє використати варіаційний метод розв'язку. Отримано диференціальне рівняння коли коливальний рух пружної основи під навантаженням дорівнює величині реакції ґрунту під фундаментом:

$$2\mu \left[\frac{d^2 W(r,t)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dW(r,t)}{dr} \right] - \lambda W(r,t) - m_1 \frac{d^2 W(r,t)}{dr^2} + q(r,t) = 0, \quad (2)$$

де μ , λ , m_1 – коефіцієнти.

Отримане рівняння (2) описує рух пружного елемента за межами основи та дозволяє врахувати вплив пружних інерційних сил ґрунту у цій області на параметри руху фундаменту. Форма коливань пружної основи відповідає стичному осадженню. Отримано розв'язок рівняння коливань у вигляді модифікованої функції Бесселя. Виконавши необхідні перетворення отримано, що під дією миттєвого імпульсу жорсткий фундамент на пружній основі здійснює гармонійні коливання із коловою частотою. Отримано вираз для визначення частоти вільних коливань жорсткого фундаменту на пружній основі під дією імпульсного навантаження:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{\lambda \left(1 + 2 \frac{K_1(\alpha R)}{\alpha R K_0(\alpha R)}\right)}{m_0 \frac{m_1 K_1^2(\alpha R)}{m_0 K_0^2(\alpha R)}}, \quad (3)$$

де m_0 – маса одиниці поверхні фундаменту; R – радіус фундаменту; α – коефіцієнт; $K_0(\alpha R)$, $K_1(\alpha R)$ – функції Бесселя.

Вираз (3) дозволяє вирішувати цілий ряд завдань щодо вибору режимів фундаментів технологічних установок ударно-імпульсного навантаження, що здійснюється енергією вибуху у гідравлічному середовищі.

Література

1. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітько С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія. Полтава: Технологічний центр, 2019. 204 с.
2. Коробко Б.О., Фролов Є.А., Попов С.В., Ясько С.Г. Прогресивні технології у машинобудуванні. Навчальний посібник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. 168 с.
3. Тараненко М.Е. Электрогидравлическая штамповка: теория, оборудование, техпроцессы. Харьков: Хар. нац. аэрокосмич. ун-т Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2011. 274 с.
4. Фролов Е.А., Мовшович А.Я., Манаенков А.Я. Пневмоударная и статико-динамическая штамповка сложнорельефных листовых деталей упругими средами: монография. Харьков, 2010. 286 с.
5. Голубков В.Н. Исследования деформации основания фундаментов квадратной и ленточной формы / В.Н. Голубков, Ю.Ф. Тугаенко, И.Л. Сива // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1968. – № 1. – С. 112-118.