Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

XII Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Частина II

Львів - 2017

Сабадін Ю.В. РОЛЬ ПРОФІЛАКТИЧНИХ МЕДИЧНИХ ОГЛЯДІВ У ТРУДОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ 156
Савінська Н.В. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АЕРОЗОЛЬНОГО ВИКИДУ ХАЕС 158
Синюк Б.В. БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТІ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ 3D-ПРИНТЕРІВ 160
Стефанов В. С. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИМІЩЕНЬ З ПРИРОДНИМ ГАЗОМ 163
Ткачук О.Я. ЩОДО ПИТАННЯ ПОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ НАФТОТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ В КОНТЕКСТІ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ПОРУШЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ 165
Токарська В.С. ЗАХВОРЮВАННЯ ВНАСЛІДОК ДІЇ ФОСФОРНИХ ДОБРИВ 167
Уманцев Н.Ю. ВИКОРИСТАННЯ САМОХІДНОГО ГУСЕНИЧНОГО ШАСІ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ДОПОМІЖНИХ РОБІТ В ТРУДНОДОСТУПНИХ МІСЦЕВОСТЯХ 169
Фартух В.С., Хащівська А.М. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В УКРАЇНІ 171
Яциняк А. А., Лисенко О. Ю., Ілько І. В. ЗАХИСТ РЯТУВАЛЬНИКІВ ВІД ІНТЕНСИВНОГО ТЕПЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ 173

Секція 9

ПРИРОДНИЧО-НАУКОВІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Біленко Н.В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗТАШУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ОБ'ЄКТА ПРИ ОБМЕЖЕННЯХ 175
Гончар А.В. ЦЕНТРИ ЗАХОПЛЕННЯ КРИСТАЛІВ ГАЛОЇДНИХ СПОЛУК КАДМІЮ 177
Гончар А.В. АНАЛІТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ДЕЯКИХ ПЕСТИЦИДІВ В ПРОДОВОЛЬЧІЙ СИРОВИНІ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ 180
Глова В. ВПЛИВ ЗБУРЕННЯ НА ПОВЕДІНКУ ФУНКЦІЇ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В ТЕОРІЇ КАТАСТРОФ 182
Драч В.Л. НЕЗВИЧАЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗВИЧАЙНОЇ ВОДИ 184
Кордунова Ю. КВАДРАТИЧНІ ЛИШКИ. СИМВОЛИ ЛЕЖАНДРА ТА ЯКОБІ 186
Лазарук Б. СТРУКТУРНА СТІЙКІСТЬ ФУНКЦІЙ В ТЕОРІЇ КАТАСТРОФ .. 188
Мельник М., Тимофеєва І. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ ПРУЖНОЇ ЛІНІЇ ЗМІЦНЕНОГО СТЕРЖНЯ 190
Овсяк Н., Слободяник Н. ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРИВАЛОСТІ ВАЛА ЗА УТОЧНЕНИМИ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПЕРЕРІЗУ .. 193
Слободяник Н., Сидорук М. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗДОВЖНЬО-ПОПЕРЕЧНОГО ЗГИНУ ДВООПОРНОЇ БАЛКИ ЗА РІЗНОГО ПОПЕРЕЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ 194
Судніцин Ю.Т. АНАЛІЗ ВІДОМИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ТИСКУ ПРИ ТЕЧІЇ ПСЕВДОПЛАСТИЧНИХ РІДИН 197

фіцієнтів запасу міцності вала. Тому досліджено вплив уточнених геометричних характеристик перерізу круглого вала зі шпонковим пазом на величини напружень і коефіцієнту запасу витривалості вала під час роботи в умовах повторно-змінних навантажень. Наведено формули для уточненого визначення геометричних характеристик поперечного перерізу вала зі шпонковим пазом. Подано результати досліджень для вала циліндричної косозубої передачі в місці його шпонкового з'єднання з зубчастим колесом. Встановлено, що визначені за уточненими формулами для геометричних характеристик перерізу величини напружень є більші, а коефіцієнту запасу витривалості – менші у порівнянні з відповідними величинами, визначеними за наближеними формулами.

Література:

1. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. / Павлище В.Т. – Львів: Афіша, 2003. – 558 с.

2. Писаренко Г. С., Опір матеріалів. / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. – К.: Вища школа, 1993. – 665 с.

УДК 539.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗДОВЖНЬО-ПОПЕРЕЧНОГО ЗГИНУ ДВООПОРНОЇ БАЛКИ ЗА РІЗНОГО ПОПЕРЕЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Слободяник Н., Сидорук М.
Дзюба Л.Ф., канд. техн. наук, доцент,
Чмир О.Ю., канд. ф.-м. наук, доцент
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Балки на двох опорах, поздовжньо стиснуті чи розтягнуті, окрім того навантажені поперечним силами, є розрахунковими моделями багатьох технічних об'єктів. У роботі [1] для оцінки міцності опора рятувального пристрою змодельована балкою, яка перебуває під дією стикувальної сили та згинального моменту від дії прикладеної на певній відстані зовнішньої зосередженої горизонтальної сили. За такої моделі зовнішнього навантаження балка перебуває в умовах поздовжньо-поперечного згину. Однак на практиці зустрічаються і інші випадки зовнішнього завантаження стиснутих балок.

На рис. 1 показана розрахункова схема двоопорної балки, стиснутої зовнішньою силою F, спрямованою вздовж осі. Перпендикулярно до осі балки діє рівномірно розподілене навантаження з інтенсивністю q. Реакції

опор балки, визначені з рівнянь статики, дорівнюють: $R_A = R_B = \frac{ql}{2}$, де l – довжина балки.

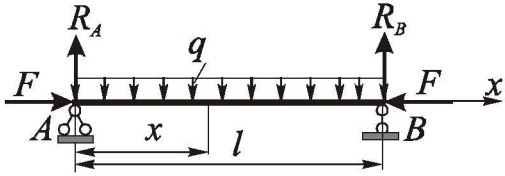

Рис. 1. *Схема навантаження балки*

Диференціальне рівняння зігнутої осі балки при поздовжньо-поперечному згині має вигляд [2]

$$\frac{d^2 w(x)}{dx^2} = \frac{-F \cdot w(x) + M_{\text{поп}}(x)}{E \cdot I_z}, \qquad (1)$$

де $w(x)$ – прогин балки у перерізі з координатою x, $M_{\text{поп}}(x)$ – згинальний момент від поперечних сил у цьому ж перерізі, E – модуль пружності матеріалу, I_z – осьовий момент поперечного перерізу балки. Відповідно до рис. 1, згинальний момент у перерізі балки координатою x дорівнює: $M_{\text{поп}}(x) = \frac{ql}{2}x - \frac{qx^2}{2}$. Підставивши (2) в (1) та ввівши заміну $k^2 = \frac{F}{EI_z}$, отримаємо диференціальне рівняння зігнутої осі балки за заданої схеми навантаження:

$$\frac{d^2 w(x)}{dx^2} + k^2 w(x) = \frac{q}{2EI_z}(lx - x^2). \qquad (2)$$

З розв'язку неоднорідного диференціального рівняння (2) за крайових умов шарнірного обпирання балки ($w(0) = 0$, $w(l) = 0$) отримане рівняння пружної лінії двошарнірної стиснутої та рівномірно поперечно навантаженої балки:

$$w(x) = \frac{q}{EI_z k^4}\left(\frac{\sin kx}{\sin kl}(\cos kl - 1) - \cos kx + 1 + \frac{k^2}{2}(lx - x^2)\right). \qquad (3)$$

За рівнянням (3) можна обчислити згинальний момент у будь-якому перерізі балки

$$M(x) = EI_z \frac{d^2 w(x)}{dx^2} = \frac{q}{k^2}\left(\frac{(1 - \cos kl)\sin kx}{\sin kl} + \cos kx - 1\right). \qquad (4)$$

Небезпечним є поперечний переріз, де згинальний момент набуває найбільшого значення. У разі дії незначної поздовжньої сили F (коли

$k \to 0$), найбільше значення згинального моменту шукають через розкриття невизначеності. Посередині балки ($x = 0,5l$), найбільший згинальний момент досягає значення:

$$M_{\max}\left(\frac{l}{2}\right) = \lim_{k\to 0} M(x)\Big|_{x=\frac{l}{2}} = \lim_{k\to 0} \frac{q}{k^2}\left(\frac{1}{2}k^2 l^2 \frac{kx}{kl} - \frac{1}{2}k^2 x^2\right)\Big|_{x=\frac{l}{2}} = \frac{ql^2}{8}.$$

У разі, коли $\frac{q}{k^2} = 1$, що відповідає дії на сталеву балку поздовжньої сили $F = 400$ Н при поперечному навантаженні $q = 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, осьовий момент інерції балки $I_z = 2 \cdot 10^{-12}$ м^4, модуль пружності матеріалу $E = 2 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$, вираз для розподілу згинального моменту по довжині набуває вигляду:

$$M(x) = (1 - \cos kl)\frac{\sin kx}{\sin kl} + \cos kx - 1.$$

Отже, за отриманими виразами (3) і (4) можна встановити величину прогину та згинального моменту у будь-якому перерізі двоопорної балки при поздовжньо-поперечному згині.

Література:

1. Ольховий І.М. Оцінка міцності опор рятувального пристрою при їх розміщенні на різних рівнях// Ольховий І.М., Дзюба Л.Ф., Меньшикова О.В., Гузаревич О.М./ Збірник наукових праць. Пожежна безпека. ЛДУБЖД, 2012. – №20. – С. 124-131.

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. /М.: Наука, 1979 – 560 с.