УДК 531

Л. Л. Гончарук
О. Є. Антонюк
В. О. Басістий

Визначення зусиль в стропах при підйомі залізобетонної плити в момент аварійного обриву двох строп

Антотація

Для залізобетонної плити вагою P, що підвішена в точці O на чотирьох стропах рівної довжини, знайдено силу натягу в двох стропах в момент обриву двох інших.

Ключові слова: залізобетонна плита, стропи, обрив, сила натягу.

Anthotation

For a reinforced concrete slab with a weight P, suspended at an O point on four strings of equal length, the force of tension in two slings was found at the moment of the breakdown of the other two.

Keywords: reinforced concrete slab, slings, cliff, tensile strength.

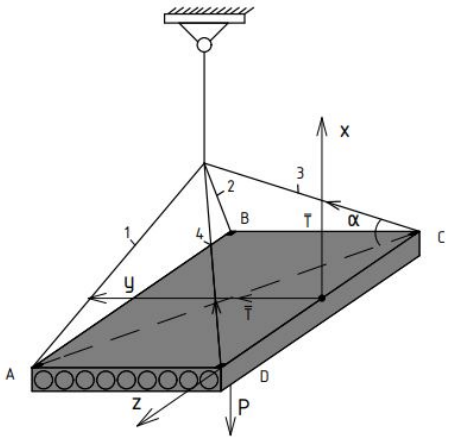

Рис. 1 – Просторова схема

Залізобетонна плита вагою P підвішена в точці O на чотирьох стропах однакової довжини lc. Визначити натяг в стропах 2 і 3 в момент обриву строп 1 і 4 (рис. 1).

Так як сили натягу в стропах 2 і 3 будуть однакові, то розглядаємо розв'язок задачі на прикладі стержня вагою P, підвішеного в точках A і B (рис. 2), довжина якого AB дорівнює довжині l залізобетонної плити.

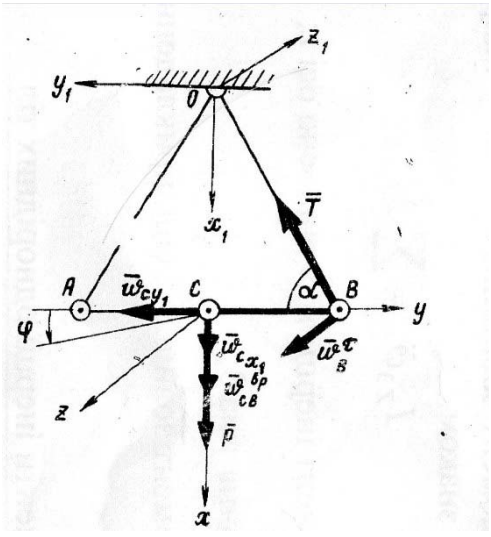

Рис. 2 – Розрахункова схема

При наявності двох строп реакція кожної дорівнює $S = 0{,}25 \cdot T/\sqrt{1-0{,}25\gamma}$ ($\gamma = \frac{l^2}{l_c^2}$). Нерухому систему координат $x_1 y_1 z_1$ з початком в точці O (рис. 2) жорстко зв'язуємо з підвіскою, а рухому систему xyz з початком в центрі тяжіння C – з стержнем.

Для дослідження плоского руху стержня використовуємо теорему про рух центра мас та теорему про зміну кінетичного моменту матеріальної системи в проекціях на вісь z.

$$\frac{P}{g}\ddot{x}_{1c} = P - T\sin\alpha; \qquad (1)$$

$$\frac{P}{g}\ddot{y}_{1c} = T\cos\alpha; \qquad (2)$$

$$\frac{P}{g}\frac{l^2}{12}\ddot{\varphi} = T\frac{l}{2}\sin\alpha, \qquad (3)$$

де – $\sin\alpha = \frac{\sqrt{l_c - 0.25(l^2+b^2)}}{\sqrt{l_c - 0.25l^2}}$; $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha}$.

При складанні рівняння 3 використана формула для моменту інерції стержні відносно осі z, що проходить через його центр мас:

$$I_{CB} = \frac{Ml^2}{12}; \qquad (4)$$

де M - маса стержня (залізобетонної плити).

Шукана реакція T входить в праві частини рівнянь (1-3), в лівих частинах яких знаходяться $\ddot{x}_{1c}, \ddot{y}_{1c}$ і $\ddot{\varphi}$. Для виключення цих величин потрібно встановити залежність між ними.

Прийнявши точку B за полюс, знайдемо прискорення точки C:

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_B + \bar{\omega}_{CB}^{OC} + \bar{\omega}_{CB}^{BP}; \qquad (5)$$

Прискорення $\bar{\omega}_B$ точки B при її русі по колу радіуса OB (рис. 2) знаходимо як суму його нормальної $\bar{\omega}_B^n$ і дотичної $\bar{\omega}_B^\tau$ складових.

$$\bar{\omega}_B = \bar{\omega}_B^n + \bar{\omega}_B^\tau; \qquad (6)\ .$$

В момент обриву нитки AO швидкість $\bar{\upsilon}_B$ точки B і кутова швидкість ω стержня AB дорівнюють нулю. Тому $\omega_{CB}^{OC} = \omega^2 CB = 0$, $\omega_B^n = \frac{\nu_B^2}{OB} = 0$, і рівняння 5 набуває вигляду:

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_B^\tau + \bar{\omega}_{CB}^{BP}; \qquad (7)\ .$$

Згідно рівняння 3 $\ddot{\varphi} > 0$, тому модуль кутового прискорення стержня $\varepsilon = \ddot{\varphi}$, з цього випливає, що

$$\omega_{CB}^{BP} = \varepsilon\frac{l}{2} = \ddot{\varphi}\frac{l}{2}; \qquad (8)\ .$$

Прискорення $\bar{\omega}_C$ точки C розкладаємо на складові по осі x_1 і y_1:

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_{Cx_1} + \bar{\omega}_{Cy_1}; \qquad (9)\ ,$$

Враховуючи, що $\omega_{Cx_1} = \ddot{x}_{1C}$; $\omega_{Cy_1} = \ddot{y}_{1C}$, знайдемо проекцію рівняння (7) на вісь BO:

$$-\ddot{x}_{1C}\sin\alpha + \ddot{y}_{1C}\cos\alpha = -\frac{l}{2}\ddot{\varphi}\sin\alpha; \qquad (10)$$

Підставивши значення $\ddot{x}_{1c}, \ddot{y}_{1c}$ і $\ddot{\varphi}$ з рівнянь (1-3) в співвідношення (10), отримаємо:

$$-P\sin\alpha + T = -3T\sin^2\alpha; \qquad (11)$$

Звідки:

$$\mathrm{T} = \frac{P\sin\alpha}{1+\sin x^2\,\alpha}$$

Таким чином зусилля в стропах залізобетонної плити ПК 52 – 15 – 8 в момент обриву двох інших стропах при l = 5,18 м, в = 1,49 м, M = 2470 кг, l_c = 3м складає S = 12931.2 Н.

Висновок

В момент аварійного обриву двох строп при підйомі залізобетонної плити зусилля в стропах, що залишилися, збільшується на величину $\Delta S = S - \frac{Pl_c}{4\sqrt{l_c - \frac{1}{4}(b^2+l^2)}}$.

Для залізобетонної плити ПК 52 – 15 – 8 в момент обриву двох строп збільшення зусиль в двох інших складає 584,2 Н.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / Павловський М. А. – К. : Техніка, 2002. – 512 с.
2. Теоретична механіка : збірник задач / [О. С. Апостолюк, В. М. Воробйов, Д. І. Ільчишина та ін.]; за ред. М. А. Павловського – К. : Техніка, 2007. – 400 с.
3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.2. Динамика / М. И. Бать. – [7-е изд. перер.]. – М.: Наука, 1985. – 560с.

Антонюк Олександра Євгенівна Вінницький національний технічний університет,факультет будівництва теплоенергетики тагазопостачання, e-mail:aleksandra.antonyuk@gmail.com.

Басістий Віталій Олександрович,Вінницький національний технічний університет,факультет будівництва теплоенергетики тагазопостачання, e-mail:vital.bass1@gmail.com.

Гончарук Ліза Леонідівна, Вінницький національний технічний університет,факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання ,e-mail:lizahoncharuk@gmail.com.

Науковий керівник: Федотов Валерій Олександрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, e-mail: fedotov_va@ukr.net.

Olexandra Antonyuk student of Heatand Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, email: aleksandra.antonyuk@gmail.ru

Vitaly Basisty, B-student of Heatand Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, email: vital.bass1@gmail.com.

Honcharuk Liza student of Heatand Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, email: lizahoncharuk@gmail.com

Supervisor: Valery Fedotov, Ph. D., Vinnytsia National Technical University, professor of materials resistance and appliedmechani cs VNTU , Ukraine, e-mail: fedotov_va@ukr.net.