

ЗУСИЛЛЯ В СТРОПАХ В МОМЕНТ ОБРИВУ ДВОХ ІЗ НИХ ПРИ ПІДЙОМІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Приведені розрахунки зусиль в стробах в при обриві двох із них при підйомі залізобетонної плити. З'ясувалося, що в момент обриву строп зусилля в двох інших, що залишилися зменшуються.

Ключові слова: стропи, залізобетонна плита, момент обриву,

Annotation

The calculations of efforts in slings in at breakage of two of them at lifting of a reinforced concrete slab weight are resulted. It turned out that at the time of the breakage of the sling effort in the other two, the remaining are reduced.

Key words: slings, reinforced concrete slab, moment of cliff.

Вступ

Залізобетонна плита вагою \bar{P} піднімається поступально (Рис.1) за допомогою чотирьох строп однакової довжини l_c з постійною швидкістю \bar{v} . Необхідно знайти зусилля в стробах в момент обриву двох строп, що прикріплені до бічної або торцевої сторін залізобетонної плити.

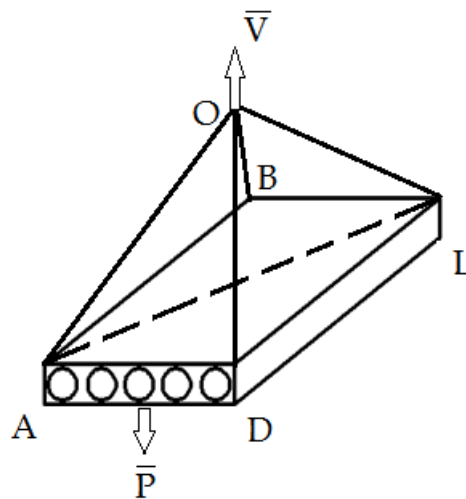


Рисунок 1

Результати дослідження

При обриві строп, що закріплені до однієї із сторін плити, зусилля в двох інших будуть однакові і тому розв'язання поставленої задачі можна звести до дослідження плоского руху однорідного стержня вагою \bar{P} (рис.2) довжина якого дорівнює ширині $b = AD$ або довжині $l = AB$ плити в залежності від строп, що аварійно зруйнувалися.

Для дослідження плоского руху стержня (рис.2) використаємо теорему про рух центра мас та диференціальне рівняння руху тіла відносно осі n :

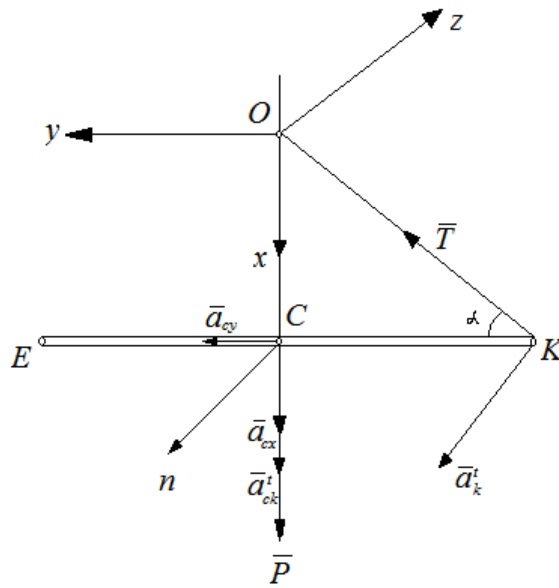


Рисунок 2

$$\begin{aligned}
 \ddot{M} \cdot x_c &= P - T \sin \alpha, \\
 \ddot{M} \cdot y_c &= T \cdot \cos \alpha, \\
 \ddot{I}_n \cdot \varphi &= T \cdot \frac{l_0}{2} \cdot \sin \alpha.
 \end{aligned} \quad (1)$$

де $M = \frac{P}{g}$ - маса стержня (плити); $l_0 = EK$ - довжина стержня; $I_n = \frac{M l_0^2}{12}$; $x_c = a_{cx}$; $y_c = a_{cy}$;

φ - кутове прискорення стержня в момент обриву строп.

В систему диференціальних рівнянь (1) входять чотири невідомі: x_c ; y_c ; φ ; T . Ще одне рівняння отримаємо при кінематичному дослідженні плоского руху стержня, враховуючи, що в момент обриву двох строп при раптовій зупинці підйому плити ($\dot{v} = 0$) швидкість \dot{v}_K точки K (Рис.2) і кутова швидкість ω стержня дорівнюють нулю ($\dot{v}_K = 0$, $\omega = 0$).

Прийнявши точку K за полюс, знайдемо прискорення центра мас C стержня:

$$\ddot{a}_C = \ddot{a}_K + \ddot{a}_{CK}^\tau + \ddot{a}_{CK}^n. \quad (2)$$

Прискорення \ddot{a}_K точки K при її русі по колу радіуса OK (Рис.2) знаходимо як векторну суму нормального \ddot{a}_K^n і дотичного \ddot{a}_K^τ прискорень:

$$\ddot{a}_K = \ddot{a}_K^n + \ddot{a}_K^\tau. \quad (3)$$

Так як $\ddot{a}_K^n = \frac{V_K^2}{OK} = 0$ і $\ddot{a}_{CK}^n = \omega^2 \cdot CK = 0$, а дотичне прискорення $\ddot{a}_K^\tau = \varphi \cdot \frac{l_0}{2}$, то із рівняння (2) враховуючи (3) отримаємо в проекціях на вісь KO :

$$-x_c \cdot \sin \alpha + y_c \cdot \cos \alpha = -\frac{l_0}{2} \cdot \ddot{\varphi} \cdot \sin \alpha. \quad (4)$$

Підставивши значення x_c, y_c і φ із системи рівнянь (1) в вираз (4) маємо:

$$-P \cdot \sin \alpha + T = -3T \cdot \sin^2 \alpha,$$

звідки: $T = \frac{P \cdot \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$.

Таким чином, якщо аварійно руйнуються стропи, що закріплені до торця плити, то $EK = AB = l$ і зусилля в стропі визначаємо з виразу:

$$S_l = \frac{P \cdot \lambda}{(4 - \beta^2)(1 + \sin^2 \alpha_1)},$$

де $\sin \alpha_1 = \frac{\lambda}{\sqrt{4 - \beta^2}}$; $\lambda = \sqrt{4 - \gamma^2 - \beta^2}$; $\beta = \frac{b}{l_c}$; $\gamma = \frac{l}{l_c}$.

У випадку розриву строп з бічної сторони плити, зусилля в стропі, що залишилася закріпленою при $EK = AD = b$ буде:

$$S_b = \frac{P \cdot \lambda}{(4 - \gamma^2)(1 + \sin^2 \alpha_2)}, \text{ де } \sin \alpha_2 = \frac{\lambda}{\sqrt{4 - \gamma^2}}.$$

Висновки

В момент аварійного обриву двох строп при підйомі залізобетонної плити зусилля в кожній стропі, що залишилися змінюються на величину:

а) для торцевих строп $\Delta S_l = S_l - S_n$, де $S_n = \frac{P}{2 \cdot \lambda}$ - зусилля в стробах при підйомі залізобетонної плити (рис.1).

б) для бічних строп $\Delta S_b = S_b \cdot S_n$.

Для залізобетонної плити ПК 52-15-8 ($l = 5,18$ м; $b = 1,49$ м; $M = 2470$ кг; $l_c = 3$ м) в момент обриву двох строп зусилля в кожній стропі, що залишилися зменшуються на: $\Delta S_l = 91229,5$ Н (66%), $\Delta S_b = 1798,24$ Н (13%).

Зменшення зусиль у стробах в момент обриву двох інших пояснюється появою сили інерції

$$F_n^{in} = -M \ddot{x}_c,$$

що направлена в протилежну сторону ваги залізобетонної плити.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теоретична механіка: підруч. для студ. вищ. навч. закл./ кол. авторів; за заг. ред. І.В. Кузьо. – Харків: Фоліо, 2017. – 78с.
2. Федотов В.О. Аналітична динаміка. Навчальний посібник/ В.О. Федотов, О.Д. Панкевич// - Вінниця: ВНТУ, 2008.- 125с.
3. Приятельчук В.О. Теоретична механіка. Кінематика. Навчальний посібник/ В.О. Приятельчук, В.І. Риндюк, В.О. Федотов// - Вінниця: ВНТУ, 2005.- 108с.

Зузяк Світлана Юрїївна — студентка групи БМ-15 факультету БТЕГП Вінницького національного технічного університету, місто Вінниця, e-mail: zuzyak@ukr.net.

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.

Zuziak Svetlana Yuryevna — student of the BM-15 faculty of BETHP Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia city, e-mail: zuzyak@ukr.net.

Scientific supervisor: **Fedotov Valeriy Aleksandrovich**, Candidate of Technical Sciences, Vinnytsia National Technical University, Professor, Department of Resistance Materials and Applied Mechanics VNTU, e-mail: fedotov_va@ukr.net.