

Особливості розв'язання задач на рівновагу збіжної системи сил

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі за допомогою рівнянь рівноваги збіжної системи сил визначено необхідну товщину стіни, яка потрібна для того щоб витримати тиск земляного насипу.

Ключові слова: тиск земляного насипу, рівняння рівноваги, збіжна система сил.

Abstract

In this work, the required thickness of the wall, which is necessary in order to withstand the pressure of earth embankment is determined, using equilibrium equations convergent system of forces.

Keywords: the pressure of earth embankment, equilibrium equations, convergent system of forces.

Метою роботи є визначення необхідної товщини стіни, яка потрібна для того, щоб витримати тиск земляного насипу, взявши до уваги те, що стіна повинна бути розрахована на перекидання навколо ребра А (рис. 1).

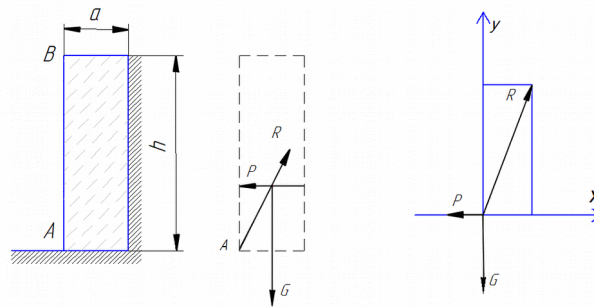


Рисунок 1 – Кам'яна стіна з прикладеними до неї силами

Земляний насип підпирається вертикальною кам'яною стіною АВ. Знайти необхідну товщину стіни a , припускаючи, що тиск землі на стіну направлений горизонтально, та прикладений на $1/3$ її висоти і рівний 6 тон на метр довжини стіни; питома вага кладки 2 T/m^3 (рис. 1).

Для того щоб розв'язати цю задачу нам необхідно розглянути рівновагу кам'яної стіни АВ і всі сили, які до неї прикладені.

- 1) Вага G стіни, прикладена в її центрі ваги, направлена вертикально донизу і рівна добутку об'єму стіни на питому вагу кладки. Позначимо висоту, довжину і ширину стіни в метрах відповідно h , l і a . Питома вага кладки 2 T/m^3 , відповідно:

$$G = 2hla$$

- 2) Тиск P земляного насипу, прикладено на $1/3$ висоти стіни та направлено горизонтально від насипу до стіни, і дорівнює в тонах:

$$P = 6l$$

- 3) Реакція R опори. При розв'язанні подібних задач, які називаються *задачами на перекидання* [1 – 3], потрібно мати на увазі, що реакція в'язі буває тільки в тій опорі, навколо якої перекидається тіло, реакції ж в'язей в опорах, в яких зв'язок порушиться при перекиданні тіла, дорівнюють нулю.

Визначивши точку прикладення реакції опори, знайдемо напрямок реакції. Стіна знаходиться в рівновазі під дією трьох сил, а відповідно, лінії дії всіх трьох сил повинні перетинатися в одній точці,

тому реакція опори направлена під кутом α до горизонтальної осі, причому:

$$\tan \alpha = \frac{h}{3} : \frac{a}{2} = \frac{2h}{3a}.$$

Проектуючи всі прикладені до стіни сили на горизонтальну та вертикальну вісі (рис. 1) і прирівнюючи до нуля суми проекцій, знайдемо:

$$\sum F_x = 0; R \cos(\alpha) - 6l = 0; R \cos(\alpha) = 6l; \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0; R \sin(\alpha) - 2hla = 0; R \sin(\alpha) = 2hla. \quad (2)$$

Із формули (2) виражаємо a :

$$a = \frac{R \sin(\alpha)}{2hl}. \quad (3)$$

Із формули (1) виражаємо R :

$$R = \frac{6l}{\cos(\alpha)}. \quad (4)$$

Підставивши формулу (4) в формулу (3) ми отримаємо:

$$a = \frac{6l \sin(\alpha)}{2hl \cos(\alpha)} = \frac{3 \operatorname{tg}(\alpha)}{h}. \quad (5)$$

Оскільки,

$$\tan \alpha = \frac{h}{3} : \frac{a}{2} = \frac{2h}{3a},$$

тоді

$$a = \frac{3 \cdot 2h}{3ah} = \frac{2}{a}. \quad (6)$$

$$a = \sqrt{2} = 1,41 \text{ м.}$$

Отже, найменша товщина стіни має бути 1,4 м. Чим товще стіна, тим стійкіше її рівновага. При значенні a , меншому від знайденого нами, сили не перетнуться в одній точці і рівновага буде не можливою, стіна перекинеться.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / Павловський М. А. – К. : Техніка, 2002. – 512 с.
2. Гернет М.М. Курс теоретической механики / Гернет М.М. – [2-е изд. перер. и доп.]. – М. : Высш. школа, 1970. – 440 с.
3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.1. Статика и кинематика / Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. – [8-е изд. перер.]. – М. : Наука, 1984. – 504 с.

Ємельянов Олег Ростиславович – студент групи 2ЕМ-15б, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ковтун Владислав Едуардович – студент групи 1ЕМ-15б, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Кириця Інна Юрївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail slk-vin@ukr.net, тел. +380679843705

Emelyanov Oleg R. – student gr. 2EM-15b, Department of Electromechanics and Electricity, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Kovtun Vladislav E. – student gr. 1EM-15b, Department of Electromechanics and Electricity, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Kyrytsya Inna Y.** - PhD, Assistant Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail slk-vin@ukr.net, tel. +380679843705.