

Розрахунок башти кругового огляду із забезпеченням стійкості від перекидання

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод розрахунку опорної конструкції на стійкість від перекидання, міцність і допустимі навантаження, які виникають на ґрунт.

Ключові слова: опорна конструкція, стійкість, міцність, навантаження, деформація.

Abstract

The method of calculating the support structure for stability against overturning strength and allowable load arising on the ground.

Keywords: a support structure, stability, strength, stress, strain.

За умовами розрахунку несівна частина башти кругового огляду представляє собою витягнуту фермову конструкцію шестикутної форми, що опирається на спеціальну опорну частину (рис. 1), яка підлягає розрахунку. Опорна частина не повинна бути закріплена до основи – поверхні покриття, оскільки за вимогами воно не може бути ушкодженим. Опора повинна забезпечити стійкість від перекидання при розрахунковому вітровому навантаженні, а також має бути прорахована на міцність та питомі тиски, які вона спричиняє на поверхню ґрунту.

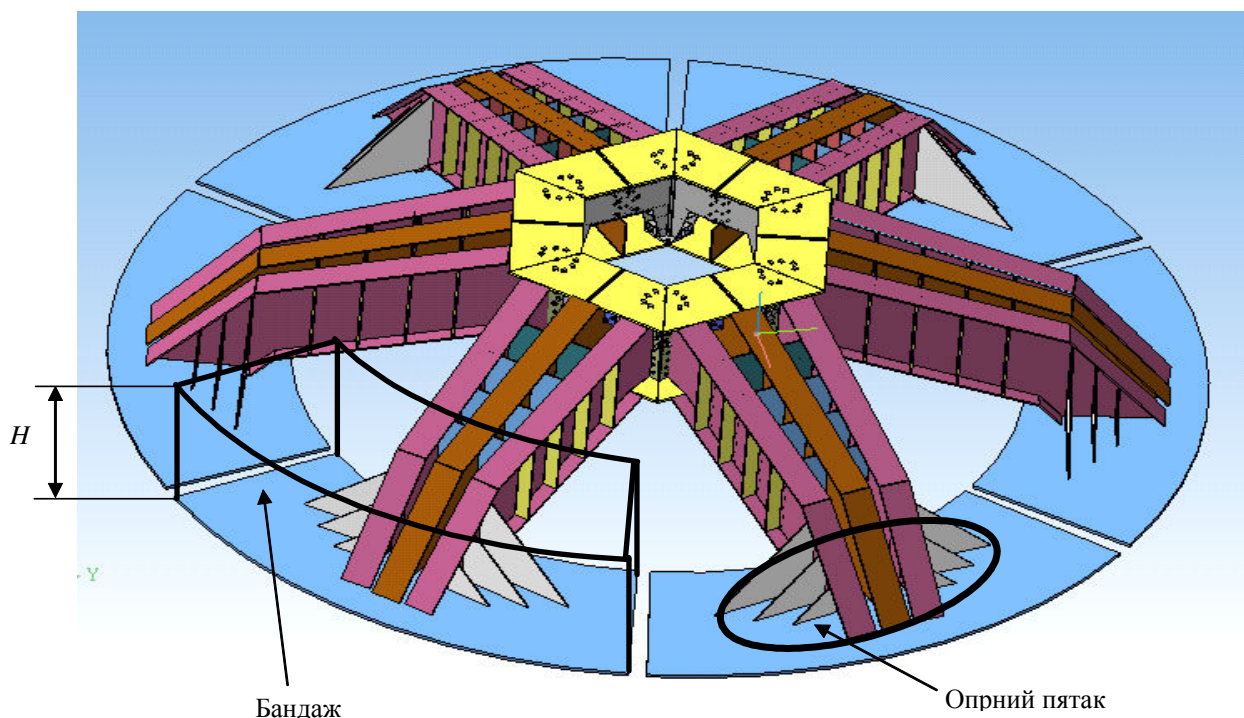


Рис. 1 - Схема розташування баласту і опорного п'ятака

Розрахункову схему опорної частини умовно представити у вигляді спрощеної схеми (рис.2)

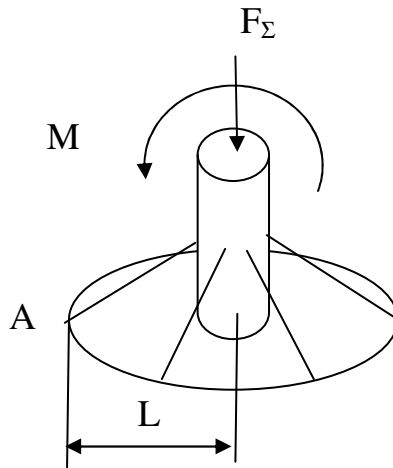


Рис.2 – Розрахункова схема для розрахунку стійкості від перекидання

Умову стійкості від перекидання запишемо у вигляді [1]:

$$F_{\Sigma} \cdot L \geq M \cdot k_1, \quad (1)$$

де F_{Σ} – сумарна вага конструкції, враховуючи вагу баласту і опор;

k_1 – коефіцієнт запасу стійкості, приймаємо $k_1 = 1,25$;

$L = 4,5$ м – відстань від осі (лінії вектора сили F_{Σ}) до умовної точки перекидання;

$M = 7,4$ МН·м – перекидний момент від вітрового навантаження.

Сумарна необхідна вага конструкції :

$$F_{\Sigma} \geq M \cdot k_1 / L, \quad (2)$$

Мінімальна вага конструкції, яка забезпечує стійкість від перекидання :

$$F_{\Sigma \min} = M \cdot k_1 / L = 7,4 \cdot 1,25 / 4,5 = 2,06 \text{ МН} \quad (3)$$

Ця вага має бути забезпечена вагою всієї конструкції та баласту, який розташований на опорні пластині і представляє собою насип з піску (див. рис. 1).

Поперечний переріз стовбура башти і опорної частини є шестикутник. Розглянемо два випадки дії вітрових навантажень, що викликають розрахунковий момент M (рис. 3). Від дії цього моменту залежать зусилля, які будуть діяти на опорні п'ятаки в нижній частині конструкції.

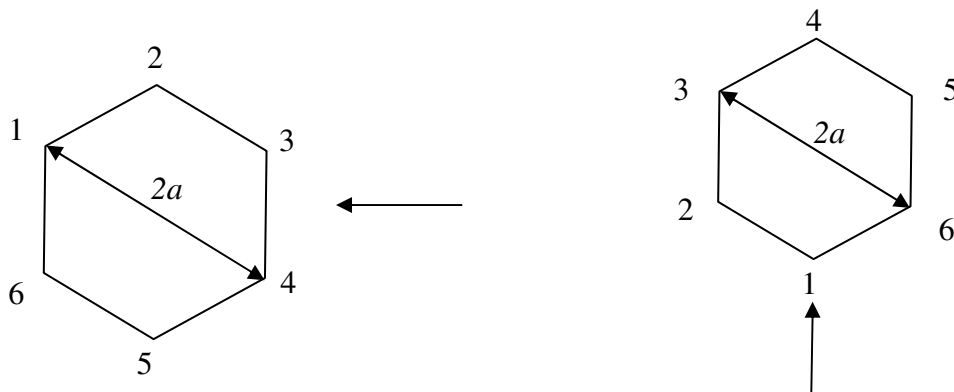


Рис. 3 – Схеми вітрового навантаження ($2a = 9$ м)

Вводимо припущення, що опорні лапи конструкції можна представити у вигляді деформованих стержнів, які працюють по аналогії з розтягом - стиском при певній жорсткості, яка визначає конструктивний фактор. Таким чином, представимо розрахункові схеми для визначення опорних реакцій для двох варіантів дії вітрового навантаження, які показані на рис. 3.

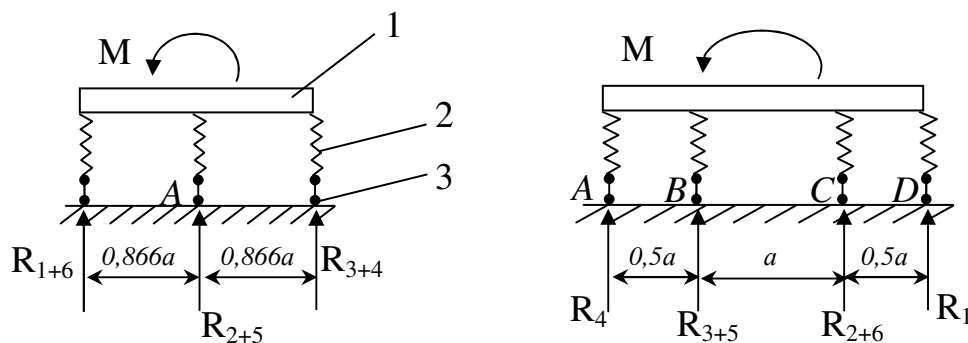


Рис. 4 – Розрахункові схеми щодо розрахунку опорних реакцій

На рис. 4 позначені – 1 – атракціон; 2 – опорні бокові лапи, представлені у вигляді деформованих стержнів з однаковою жорсткістю, що опираються на опори 3.

Розкривши статичну невизначеність, з'ясували, що другий варіант орієнтації вітру є більш небезпечним [2]. Також врахували, які зусилля будуть діяти в найнебезпечнішому стані : максимальне зусилля стиску (від дії моменту M) - $R_{\max M(-)} = 0,746$ МН, максимальне зусилля розтягу - $R_{\max M(+)} = 0,746$ МН, які є вихідними даними для розрахунку опорних лап на міцність та визначення максимальних питомих тисків на ґрунт.

Наступним етапом був розрахунок від елементів конструкції та висоти баласту згідно з кресленнями. З урахуванням попередніх результатів дослідження розраховано максимальні навантаження на ґрунт ($q_{\max}=0,381$ МПа).

Для того, щоб забезпечити міцність усієї конструкції основи, проводили розрахунок на міцність її бокових лап. З умови міцності при згині визначено коефіцієнт запасу $n=1,95$, що достатньо для забезпечення необхідної міцності (допустимий запас приймаємо $n=1,5$).

Висновки

Виконані розрахунки є спрощеними, з суттєвими припущеннями, які використані при складанні розрахункових схем та при оцінках стійкості та міцності. Проте при порівнянні отриманих результатів з даними, що отримані з використанням сучасних інженерних програм (Ліра) розбіжність склала не більше 15%. Таким чином, ми можемо із застосуванням класичних підходів теоретичної механіки та опору матеріалів переходити від складних реальних схем до більш простих з подальшим аналізом без використання складних комп'ютерних програм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павловський М.А. Теоретична механіка / М. А. Павловський – К.: Техніка, 2002. – 510 с.
2. Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С.Писаренко, О.Л.Квітка, Е.С.Уманський – 2-ге вид. – К.: Вища шк., 2004 – 655 с.

Вигонюк Надія Григорівна – студентка групи 1АТ-136, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, vugonyk@mail.ru.

Куца Марія Вадимівна – студентка групи 1АТ-136, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Грушко Олександр Володимирович** – д. т. н., професор, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grushko_alex@mail.ru

Vygoniuk Nadia G. - Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, vugonyk@mail.ru.

Kutsa Maria V. - Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Grushko Alexander V.** - Dc. Sc., Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: grushko_alex@mail.ru