

РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В СТЕРЖНЯХ ТА ОБОДІ КОЛЕСА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі колесо зі стержнями представлено у вигляді моделі ферми, при умові, що реакція шляху прикладена в вузлі ферми. Проведено розрахунок зусиль в стержнях і різних ділянках обода колеса, що дозволило зробити висновки щодо інженерного рішення поставленої проблеми.

Ключові слова: колесо, зусилля, стержні, розрахунок, ферма.

Abstract

The wheel with rods presented as model of farm, provided that the reaction path is applied to the farm's node. Stress has been calculated of the rods and different parts of the wheel rim, which allowed to draw conclusions regarding the engineering decision of given problem.

Keywords: wheel, stress, rods, calculation, farm.

Вступ

Колесо являє собою конструкцію, що дозволяє з меншими зусиллями переміщувати важкі вантажі. Це одне з найдавніших винаходів людства, яке дійшло до наших днів практично не змінившись.

Робота присвячена розрахунку зусиль в стержнях та ободі колеса.

Результати дослідження

У процесі дослідження були поставлені такі завдання: представити колесо у вигляді конструкції статично визначеної ферми; провести розрахунок зусиль в представленій фермі.

Колесо складається з втулки, обода і спиць, що поєднують втулку з ободом. Для представлення колеса у вигляді моделі статично визначеної ферми замінимо обід зі спицями на стержні і зробимо наступні спрощення: втулку колеса будемо вважати шарніром, в якому сходяться всі стержні; обід представимо в вигляді замкненої ламаної $A_0A_1 \dots A_m$, де m кількість стержнів (рис. 1).

Обід опирається на дорогу в т. A_0 , де теж введемо шарнір. Кожен стержень OA_i ($i = 1, 2, \dots, m$) з'єднується з вулкою в шарнірі O і шарніром A_i з ободом колеса. Всі ділянки обода $A_1A_2, A_2A_3, \dots, A_{m-1}A_m$ рівні між собою. Винятком є лише одна ділянка A_1A_m , де прикладається реакція шляху. До вісі колеса прикладено навантаження \bar{P} , направлене вертикально вниз. Реакція дороги \bar{R} прикладена в шарнірі і врівноважена навантаженням \bar{P} .

Таким чином, отримали шарнірно-стержневу конструкцію, в якій $m + 2$ вузлів і $2m + 1$ стержнів, що задовольняє умову жорсткості. Випадок коли умова жорсткості не виконується, не розглядається.

Розрахунок почнемо з вузла A_0 (рис. 2). Зусилля в стержні позначимо через S_i , зусилля на ділянці обода A_iA_{i+1} – через T_{i+1} , зусилля на ділянці A_0A_m – через T_0 .

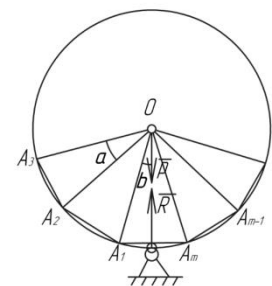


Рис. 1

Скориставшись методами статки розрахуємо зусилля в ободі і стержнях колеса, розглянувши інші вузли (рис. 2, рис. 3, рис. 4, рис. 5).

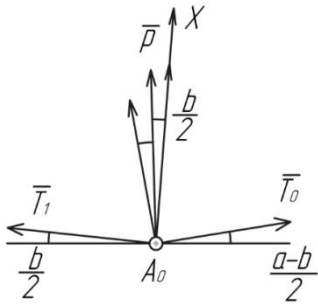


Рис. 2

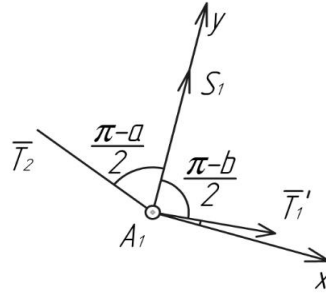


Рис. 3

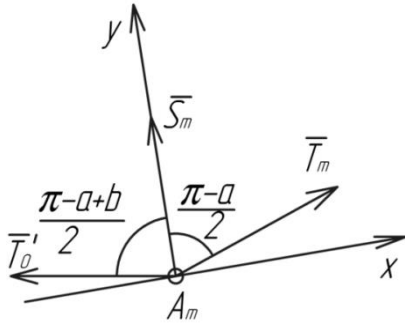


Рис. 4

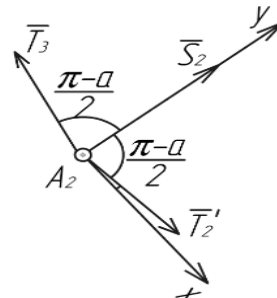


Рис. 5

На підставі розв'язання ферми методом вирізання вузлів отримано:

$$S_2 = S_3 = \dots = S_{m-1} = 2P \cos \frac{\beta}{2} \cos \frac{\alpha-\beta}{2} / \cos \frac{\alpha}{2}; \quad (1)$$

$$S_1 = 2P \cos \frac{\alpha-\beta}{2} \sin \frac{\alpha+\beta}{2} / \sin \alpha; \quad (2)$$

$$S_m = 2P \cos \frac{\beta}{2} \sin(\alpha - \frac{\beta}{2}) / \sin \alpha; \quad (3)$$

$$T_2 = T_3 = \dots = T_m = -2P \cos \frac{\beta}{2} \cos \frac{\alpha-\beta}{2} / \sin \alpha \quad (4)$$

$$T_1 = -2P \cos \frac{\alpha-\beta}{2} / \sin \frac{\alpha}{2}; \quad (5)$$

$$T_0 = -2P \cos \frac{\beta}{2} / \sin \frac{\alpha}{2}; \quad (6)$$

$$\frac{T_m}{T_0} = \frac{\cos \frac{\alpha-\beta}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad (7)$$

$$|T_m| > |T_0|; \quad (8)$$

$$|T_m| > |T_1|; \quad (9)$$

Отже, на ділянках обода, що прилягають до точки прикладення реакції шляху зусилля стиску менші ніж на інших ділянках обода.

Для аналізу зусиль зробимо спрощення так як кути α і β малі:

$$S_2 = S_3 = \dots = S_{m-1} = 2P; \quad (10)$$

$$S_1 = P(1 + \frac{\beta}{\alpha}) \quad (11)$$

$$S_m = P(2 - \frac{\beta}{\alpha}) \quad (12)$$

$$T_0 = T_1 = \dots = T_m = -2P/\alpha \quad (13)$$

Отже, зусилля розтягу в спицях OA_m і OA_1 менші ніж у всіх інших. Всі ділянки обода колеса рівномірно стиснуті.

Висновки

Отриманий розв'язок задачі про розрахунок зусиль, представлених формулами (1-6) для випадку, коли місце прикладання реакції шляху знаходиться в шарнірі на ободі між двома спицями, дозволяє зробити наступні висновки:

1. Інженерне вирішення конструкції колеса таке, що при навантаженню на вісь всі стержні колеса завжди знаходяться в розтягнутому стані.
2. Якщо реакція шляху прикладається між двома спицями, то зусилля розтягу в цих двох спицях менше, ніж у всіх інших. При цьому всі інші спиці розтягнені з однаковим зусиллям, рівному подвійному навантаженню на вісь колеса.
3. Всі ділянки обода колеса знаходяться в стисненому стані приблизно з однаковими зусиллями, які не залежать від розміщення точки прикладання реакції шляху на ободі колеса по відношенню до його спиць.

Отже, навантаження на спиці передається через обід і перерозподіляється так, що спиці виявляються весь час розтягнутими, в той час як ділянки обода-стисненими.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / Павловський М. А. –К. : Техніка, 2002. – 512 с.

2.Чернишов А. Д. Статика твердого тіла (з елементами проблемного вивчення і застосування ЕВМ) / Чернишов А. Д. – Видавництво Красноярського університету, 1989. – 336 с.

Панкевич Володимир В'ячеславович - студент групи БМ-146, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця pankova82@gmail.com.

Локотей Юлія Юрївна- студент групи Б-146, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця lokote@mail.ru.

Науковий керівник: **Федотов Валерій Олександрович** – кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, Вінниця, email : valeriy.fedotov@bk.ru/

Lokotey Juliya Y. — student gr. B14-b, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : lokote@mail.ru;

Pankevych Volodymyr V., student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: pankova82@gmail.com

Supervisor: **Valery Fedotov**, Ph.D., Vinnytsia National Technical University, professor of materials resistance and applied mechanics VNTU, Vinnytsia, email : valeriy.fedotov@bk.ru.