

УДК 517.5

ЗАСТОСУВАННЯ ВИЗНАЧЕНОГО ІНТЕГРАЛА ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ТИСКУ ВОДИ НА СТІНКУ ГРЕБЛІ

Назар Шиков

Державний університет «Київський авіаційний інститут», Київ

Науковий керівник – Роксолана Ткаченко, асист.

Ключові слова: визначений інтеграл, інтегральна сума, тиск, гребля.

Історія інтеграла сягає ще давнього Єгипту, аж до 1800 р. до н. е.. Першим відомим способом для розрахунку інтегралів став метод вичерпування Евдокса (десь 370 до н. е.) [1]. Цей метод розвивав і Архімед в давній Греції, використовуючи його для знаходження площі параболічної фігури і наближеного значення площі круга. Паралельно і незалежно в Китаї у 3-му столітті н. е. Лю Хуей застосовував схожі методи для обчислення площі круга, а Цзу Чунчжи для розрахунку об'єму сфери. В 17-му столітті відбулося відкриття фундаментальної теореми інтегрального числення – відомої як формула Ньютона — Лейбніца [2]. Ця формула встановлює зв'язок між визначним та невизначеним інтегралами. Зараз визначений інтеграл застосовується дуже широко, зокрема, у геометрії, архітектурі, фізиці, хімії, економіці тощо, зокрема й під час проектування греблі.

Гребля – це основний тип водопідпірних споруд, які перегороджують його потік та долину для підйому рівня води, зосередження потужного напору води та створення водосховищ. Під час проектування греблі одним із основних параметрів є гідростатичний тиск на її стінку.

Постановка задачі. Визначити модуль гідростатичного тиску на стінку греблі, нахиленої до поверхні рідини під кутом φ . Верхня сторона $AO = a$ розташована горизонтально на поверхні води. Напірна грань $AB = b$ (див. рис. 1).

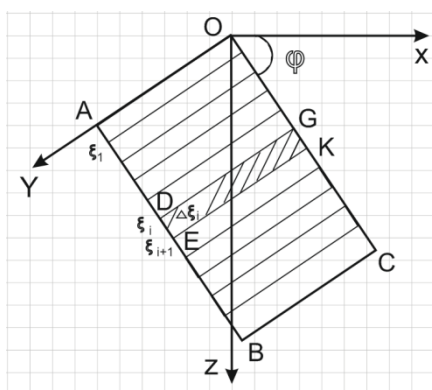


Рис.1. Схематичне зображення поверхні стінки греблі

Розв'язання. Із гідростатики відомо що модуль тиску визначають за формулою

$$P = Sh\gamma, \quad (1)$$

де S – площа стінки, γ питома вага рідини, h – відстань до вільної поверхні рідини.

Ця формула є правильною лише для горизонтального положення поверхні прикладання сили. Отже, для нашого випадку не підходить. Побудуємо прямокутну систему координат. Тут $OABC$ положення поверхні стінки греблі. Розділимо відрізок AB на n довільних частин і побудуємо прямокутники, як показано на рис.1. Площа

прямокутника $DEGK$ дорівнюватиме $a\Delta\xi_i$. Щоб визначити наближено величину тиску на цей прямокутник повернемо його навколо сторони DG так, щоб він набув горизонтального положення. Тоді до цієї площини можна застосувати формулу (1). Величина тиску рідини на прямокутник $DEGK$ приблизно дорівнюватиме $a\Delta\xi_i \cdot \gamma\xi_i \sin \alpha$. Тоді модуль тиску на стінку греблі буде наближено визначатися інтегральною сумою

$$P \approx a\gamma \sum_{i=0}^{n-1} \xi_i \sin \alpha \Delta\xi_i.$$

Для знаходження значення модуля тиску перейдемо до границі, за $\max \Delta\xi_i \rightarrow 0, n \rightarrow \infty$. Тоді

$$P = a\gamma \lim_{\substack{\max \Delta\xi_i \rightarrow 0 \\ n \rightarrow \infty}} \sum_{i=0}^{n-1} \xi_i \sin \alpha \Delta\xi_i \text{ й отримаємо}$$

$$P = a\gamma \int_0^b \xi \sin \alpha d\xi = \frac{a\gamma \sin \alpha}{2} \xi^2 \Big|_0^b = \frac{a\gamma \sin \alpha}{2} b^2.$$

Приклад. Визначимо гідростатичний тиск води на стінку гравітаційної бетонної греблі Гранд Діксенс у Швейцарії. Ширина її становить 700 м, а найбільша висота під'йому води – 284 м ($a = 700, b = 284$), кут $\varphi = \pi/2$, питому вагу води візьмемо $\gamma = 9800 \text{ Н/м}^3$. Отже,

$$P = \frac{a\gamma \sin \alpha}{2} b^2 = \frac{700 \cdot 9800}{2} \cdot 284^2 \sin \frac{\pi}{2} = 276650080000 \text{ Н} \approx 2,77 \cdot 10^8 \text{ кН}.$$

Висновок

За допомогою визначеного інтеграла виведено формулу для розрахунку значення модуля гідростатичного тиску води на стінку греблі.

Список використаних джерел:

- Бевз В. Історія математики у фаховій підготовці майбутніх учителів: Монографія/ В.Г. Бевз. – К. НПУ імені Драгоманова, 2005. – 360 с.
- Ластівка І.О. Вища математика: Навч. посібник / І.О. Ластівка, О.І. Безверхий, І.П. Кудзіновська. - К.: НАУ, 2018. - 452 с.

UDC: 338.47:656.7.025

APPLICATION OF LINEAR REGRESSION FOR ANALYSIS AND FORECASTING OF CARGO FLOWS IN UKRAINE

Shutishina Anastasia, Bezpalkiv Kornelia, Chernousova Anna

State University "Kyiv Aviation Institute", Kyiv

Scientific advisor Y.Liashenko,

PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor

Key words: linear regressions, cargo flows, correlation coefficients.

Over the past decade, freight transportation in Ukraine has undergone significant changes due to economic shifts, infrastructure development, and geopolitical factors. To analyze and predict cargo flows effectively, regression analysis, particularly linear regression models, plays a crucial role. These models help identify key trends, assess influencing factors,