



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**76-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

ТОМ 1

14 травня – 23 травня 2024 р.

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ СПІРАЛЬНО-ФАЛЬЦЕВИХ СИЛОСІВ

Ціль дослідження надійності конструкцій полягає в розробці критеріїв проектування та процедур перевірки, спрямованих на забезпечення того, щоб споруди, побудовані відповідно до технічних умов, функціонували належним чином з точки зору безпеки та експлуатаційної придатності [1].

Дослідження теорії надійності будівельних конструкцій можна умовно поділити на два потоки [0]: 1) метод часткових коефіцієнтів надійності (граничних станів); 2) ймовірнісний метод (метод теорії надійності).

Сучасні норми проектування будівельних конструкцій враховують ймовірнісний характер навантажень та несучої здатності конструкцій тільки в частині обробки вихідних даних. Метод граничних станів, який закладений в нормах проектування є напів-ймовірнісним, при цьому надійність конструкцій при проектуванні забезпечується за допомогою використання відповідних коефіцієнтів запасу. Ці коефіцієнти не мають достатнього теоретичного та експериментального обґрунтування.

Методи теорії надійності найбільш точно відображають ймовірнісну природу основних розрахункових величин та взаємозв'язок між зовнішніми впливами та міцністю конструкцій.

Треба відмітити, що на сьогодні розрахунок надійності конструкцій сталевих спіральних-фальцевих силосів залишається актуальною областю досліджень. Оцінювання надійності металевих силосів буде проводитися на основі аналізу резерву міцності, який будемо визначати в просторі напружень наступним чином:

$$\tilde{Y} = \tilde{R} - \tilde{S} = \tilde{\sigma}_y - \tilde{\sigma}_i \geq 0. \quad (1)$$

Випадковими величинами у поставленій задачі оцінювання надійності є: $\tilde{\sigma}_y$ – випадкова величина межі текучості сталі, $\tilde{\sigma}_i$ – випадкова величина приведених напружень. Основні навантаження на силосну ємність – це випадковий тиск сипучого матеріалу, тому випадковий характер приведених напружень є наслідком ймовірнісної природи тиску, обумовленої статистичним розкидом характеристик сипучого матеріалу. Ці напруження є функцією випадкових аргументів, таких як $\tilde{\gamma}$ – питома вага сипучих матеріалів; $\tilde{\lambda}$ – коефіцієнт бокового тиску сипучого матеріалу; $\tilde{\varphi}$ –

кут внутрішнього тертя, град; $\tilde{\mu}$ – коефіцієнт тертя сипучих матеріалів об стіни силосу.

При розгляді осесиметричної задачі для силосу, який знаходиться в безмоментному напруженому стані від тиску сипучого матеріалу, випадкова величина приведених напружень має вигляд:

$$\tilde{\sigma}_i = \sqrt{\tilde{\sigma}_x^2 - \tilde{\sigma}_x \tilde{\sigma}_z + \tilde{\sigma}_z^2}, \quad (2)$$

де $\tilde{\sigma}_x$ – випадкова величина кільцевих напружень, $\tilde{\sigma}_z$ – випадкова величина поздовжніх напружень.

Функцію резерву міцності для сталевих силосу можна записати у вигляді:

$$\begin{aligned} \tilde{Y}(\tilde{\sigma}_y, \tilde{\gamma}, \tilde{\mu}, \tilde{\lambda}) = \tilde{R} - \tilde{S} = \tilde{\sigma}_y - \tilde{\sigma}_i = \tilde{\sigma}_y - \sqrt{\left[\left(\left[\tilde{P}_h (1 + a_1 + K_{t1}) \right] \cdot r \right) / t \right]^2 +} \\ + \left[\left(\left[\tilde{P}_h (1 + a_1 + K_{t1}) \right] \cdot r \right) / t \right] \cdot \left[\left(\rho \cdot \tilde{\gamma} \cdot z - \frac{\rho}{\tilde{\lambda}} \cdot \tilde{P}_h + N_G \right) / t \right] + \\ + \left[\left(\rho \cdot \tilde{\gamma} \cdot z - \frac{\rho}{\tilde{\lambda}} \cdot \tilde{P}_h + N_G \right) / t \right]^2 \geq 0, \end{aligned} \quad (3)$$

де \tilde{P}_h – рівномірно розподілений по периметру випадковий горизонтальний тиск сипучих матеріалів на стіни силосів на глибині z (м) від верху засипу; a_1 – коефіцієнт місцевого підвищення тиску, що приймається згідно з вимогами 4.11. ДБН В2.2-8-98 [3] в залежності від відношення h/d ; K_{t1} – коефіцієнт, що приймається рівним 0,40 – для сталевих стін силосів згідно з 4.18. [3]; ρ – гідравлічний радіус поперечного перерізу силосу; t – товщина стінки, r – радіус силосу; N_G – поздовжні зусилля в стінці від ваги конструкції силосу.

Висновок. На основі наведених формул (1, 3) були проведені розрахунки оцінювання надійності металевих спіральних силосів. Силосна конструкція завантажувалась різними сипучими матеріалами. Результати розрахунків показали, що сталеві силоси, розраховані за діючими нормами, мають достатню надійність.

Література

1. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. К: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2018. 30 с.
2. Casciati F., G. Sacchi. On the reliability theory of the structures. 15th Polish Solid Mechanics Conference. Zakopane, 1973. P. 291-298.
3. ДБН В.2.2-8-98. Підприємства, будівлі та споруди по зберіганню та переробці зерна. К.: Держбуд України. 1998. 41 с.