

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТОХАСТИЧНИХ ВХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ  
ПРИ ЦИКЛІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ НА ЗВАРНІ ФЕРМИ**

V.V. Semeniuk; Y.O. Kovalchuk, Ph.D., Assoc. Prof.

**FEATURES OF FORMING STOCHASTIC INPUT PARAMETERS FOR CYCLIC  
LOADING OF WELDED TRUSSES**

Максимальні параметри напружено-деформівного стану для зварних ферм локалізуються у вузлах. Це зумовлює їх пошкодження і, як наслідок, руйнування конструкції в цілому. Для дослідження комплексного впливу конструктивних, технологічних, експлуатаційних та аварійних чинників використовують комбіновані підходи, які поєднують натурний, напівнатурний [1] та комп'ютерний моделюючий експерименти. Така методика забезпечує максимальне наближення результатів досліджень до фактичних експлуатаційних показників фермових конструкцій за їх тримкістю і довговічністю. Саме тому її використання є доцільним як для дослідження ферм на етапі їх проектування, так і тих, що вже знаходяться в експлуатації. Однак визначальним чинником для отримання високого ступеня достовірності результатів моделювання є правильне формування чисельних баз стохастичних входних параметрів на досліджувану систему.

Зазвичай навантаження і їх вплив на вузли зварних ферм досліджують, враховуючи один, визначальний на думку дослідника, або декілька чинників (силових та/або термічних). Проте, в реальних експлуатаційних умовах, окрім основних впливів, можуть додаватись також інші епізодичні або тривалі (наприклад, додаткове навантаження на будівлю від нетипової для регіону засніженості і дощу [2], наслідки яких зображено на рис. 1).



Рисунок 1. Обвали дахів, спричинені сильними снігопадами 2018 року в районі Монпельє, Франція (Відтворено з *Back analysis of a building collapse under snow and rain loads in a Mediterranean area*, I. Ousset, G. Evin, D. Raynaud, & T. Faug, 2023, (*Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23(11), Fig. 1). Первинне авторство фото: (a) © Jean-Michel Mart; (b) © Le Petit Journal de Lattes; (c) © France 3 LR/Sébastien Banus; (d) © France 3.)

Врахування цих умов вимагає додаткового ускладнення моделі конструкції зварної ферми та введення більшої кількості входних даних (які не завжди можуть бути повними), щоб забезпечити високу достовірність отримуваних в процесі моделювання результатів.

Це забезпечить адекватне оцінювання тримкості і експлуатаційного ресурсу досліджуваних зварних ферм. Саме тому розробка стохастичної моделі є доцільною.

Оскільки передбачаються стохастичні навантаження та моделювання їх впливів, для формування вхідних параметрів є сенс розглянути зварну ферму, як систему масового обслуговування. Суть такого дослідження полягає у розгляді зварного вузла ферми як системи, що чинить опір пошкодженням під впливом зовнішніх навантажень.

Зовнішнє навантаження (наприклад, цикли засніження) є потоком вимог. Кожна вимога (один цикл навантаження) намагається завдати пошкодження. Канал обслуговування – це зварний вузол, який обслуговує (поглинає або сповільнює) пошкодження (рис. 2). Процес обслуговування вимірюється кількістю циклів ( $\Delta N$ ), необхідних вузлу, щоб перейти до критичнішого стану (зростання тріщини на  $\Delta a$ ). Оскільки інтенсивність навантаження і опір матеріалу є випадковими, підхід дозволяє системно оцінити надійність вузла, використовуючи теорію ймовірностей.

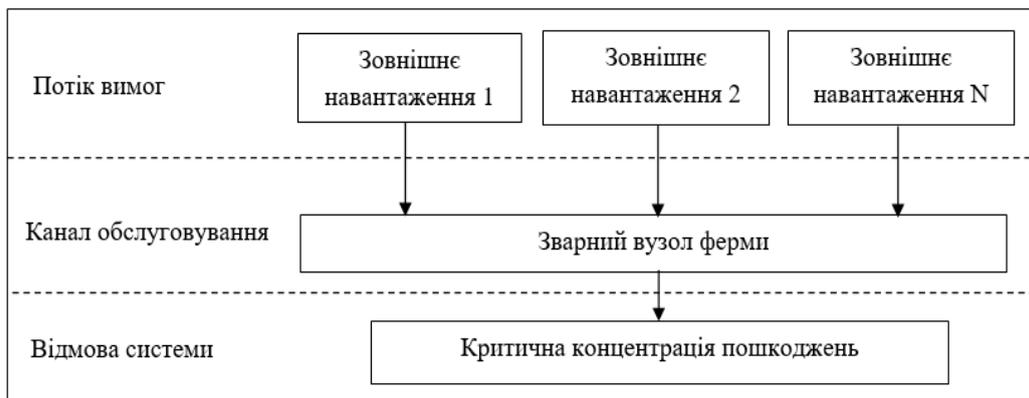


Рисунок 2. Процес обслуговування зовнішніх навантажень зварним вузлом ферми

Таким чином, в модель легко вводити нові випадкові чинники навіть з частковим описом характеристик процесу та доповненими згенерованими методами імітаційного моделювання їх наборами, а результати моделювання пошкоджень елементів ферм при дії втомного навантаження будуть мати вищу достовірність. В подальших дослідженнях отриманий підхід доцільно застосувати при створенні стохастичної моделі для конкретної конструкції зварної ферми й її реальних експлуатаційних умов.

### Література

1. Ковальчук Я. О. Шингера Н. Моделювання пошкоджень зварної ферми при циклічних навантаженнях. *Матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті), 22-24 травня 2018.* — Т. : ТНТУ, 2018. С. 53.

2. Ousset, I., Evin, G., Raynaud, D., & Faug, T. (2023). Back analysis of a building collapse under snow and rain loads in a Mediterranean area. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23(11), 3509-3523.