

УДК 539.3

В. Щепановський, Н. Лебедєва-Скочеляс, С. Янковий, В. Ясній, д.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ ПІДСИЛЕНОЇ СПЛАВОМ ІЗ ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ

V. Shchepanovskyi, N. Lebedeva-Skochylias, S. Yankovyi, V. Iasnii, Dr. Sci., Assoc.
Prof.

MODELLING OF THE BEHAVIOR OF SHAPE MEMORY ALLOY REINFORCED CONCRETE BEAM

Сплави з пам'яттю форми (СПФ) є функціональними матеріалами, які характеризуються ефектом пам'яті форми і надпружністю (Рис. 1). Завдяки цим властивостям вони широко застосовуються в багатьох галузях, зокрема в будівельній це елементи пристроїв для зменшення динамічних навантажень на будівельні та інженерні споруди під час землетрусів [1].

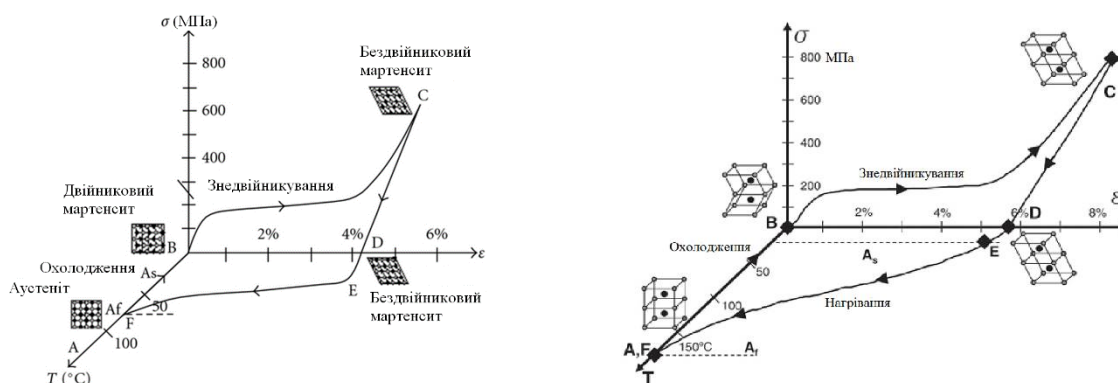


Рис. 1. Вплив напружень, деформації та температури, які проявляють ефект пам'яті форми NiTi (а) [35] та NiTi-Cu (б) сплавів [2], та схематичне представлення змін структури кристалічної ґратки, пов'язані з температурою і напруженнями

Відомо багато робіт в яких досліджено та підтверджено ефективність застосування сплавів з пам'яттю форми для підсилення конструкцій, зокрема залізобетонних [3]. Це запобігає їхньому пошкодженню та дозволяє уникати руйнувань під дією циклічних та динамічних навантажень.

Проте досить перспективним та актуальним є підсилення бетонних конструкцій для захисту від динамічних навантажень.

Для таких типів досліджень буде використана модель залізобетонної балки підсилена СПФ. Дана залізобетонна балка, із вставками зі сплаву Ni-Ti (рис. 2), була створена у робочому просторі програми SpaceClaim та використана для дослідження напружено-деформованого стану під дією повторно-статичного навантаження. Характеристики конструкції: залізобетонна балка $b = 80$ мм, $h = 140$ мм, $L = 1200$ мм; арматура A400C 2Ø14мм; монтажна арматура A240C 2Ø6мм.

Методом скінчених елементів, із використанням комплексу ANSYS, змодельований напружено-деформований стан залізобетонної балки традиційної і залізобетонної балки на двох опорах із вставками стрижнів із надпружного сплаву з пам'яттю форми довжиною 120 мм за вигину рівномірно розподіленим навантаженням на центральній ділянці.

Обґрунтовано ефективність методу зменшення напруження у робочій арматурі, заміною ділянки, де напруження перевищують границю текучості матеріалу на вставку

із надпружного сплаву з пам'яттю форми. Вставки діаметром 14 мм із надпружного сплаву з пам'яттю форми у 3,2 разів зменшують максимальне залишкове еквівалентне відносне видовження робочої арматури порівняно із робочою арматурою 400С.

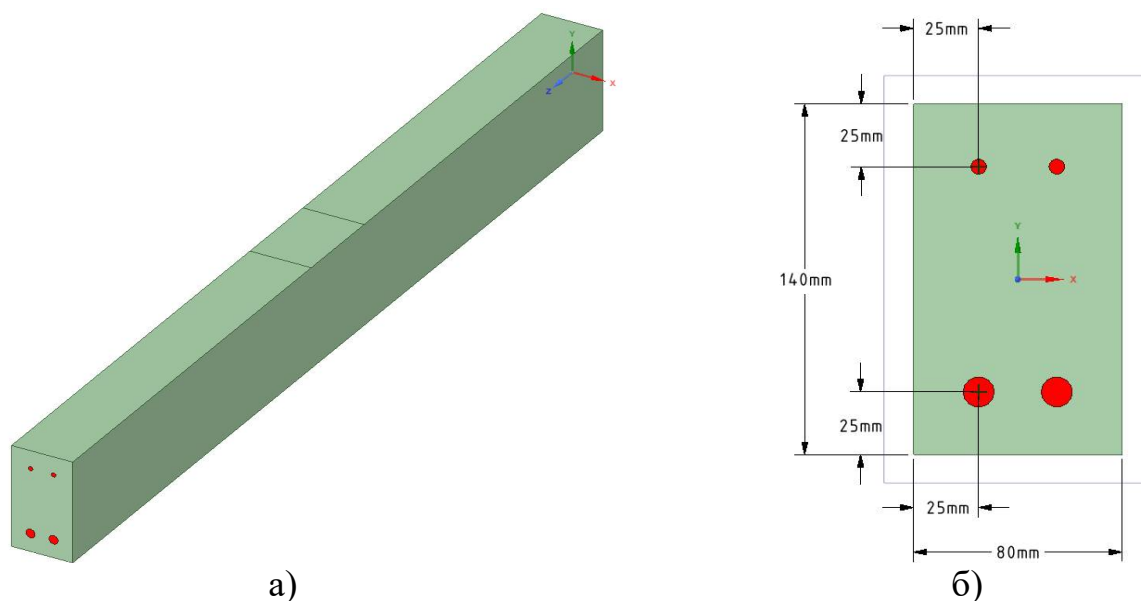


Рис. 2. Просторова модель залізобетонної балки: а) основний вигляд; б) розміщення арматури

За результатами моделювання напружено-деформованого стану виявлено збільшення прогину балки із вставкою із надпружного сплаву з пам'яттю форми порівняно з балкою із робочою арматурою 400С, та збільшує практично на 50% максимальне еквівалентне видовження арматури із надпружного сплаву з пам'яттю форми при максимальному навантаженні.

Даний тип підсилення залізобетонної балки показує ефективність використання СПФ у залізобетонних конструкціях за дії статичного та повторно статичного навантаження. Подібне підсилення конструкцій може також бути ефективним і при дії динамічних навантажень, та навантажень вибухом, проте потребує більш детальних досліджень.

Література

- [1] Siddiquee KN, Billah AM, Issa A. Seismic collapse safety and response modification factor of concrete frame buildings reinforced with superelastic shape memory alloy (SMA) rebar. J Build Eng 2021;42:102468. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102468>.
- [2] Ren X, Miura N, Zhang J, Otsuka K, Tanaka K, Koiwa M, et al. A comparative study of elastic constants of Ti–Ni-based alloys prior to martensitic transformation. Mater Sci Eng A 2001;312:196–206. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(00\)01876-1](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(00)01876-1).
- [3] El-Hacha R, Abdelrahman K. Behaviour of circular SMA-confined reinforced concrete columns subjected to eccentric loading. Eng Struct 2020;215:110443. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110443>.