

UDC 624.15: 699.841

O. M. Trofymchuk¹, Iu. I. Kaliukh¹✉, Ya. O. Berchun¹, M. G. Marienkov²,
B. O. Khyumenko², V. A. Tytarenko³, V. V. Vapnichna⁴

A HYBRID NUMERICAL METHOD FOR EVALUATING THE BUILDING SEISMIC PROTECTION BASED ON DIGITAL TWINS

The results of numerical and experimental studies of the residential building vibration and its seismic protection by means of rubber isolators made in Ukraine from a natural rubber are presented. The numerical studies of vertical oscillations of a building with rubber supports at the level of a reinforced concrete grid were performed with the use of the dynamic digital twins developed on the basis of the finite element method. The numerical studies of the digital twins vibrations were performed using the records of soil vibration accelerations obtained under the railway trains effects, as well as for the effects determined by the earthquakes accelerograms. The calculations of buildings on seismic supports with an allowance for seismic loads were performed with determining the factors of safety against overturning for a residential building. The paper shows that the solution to the problem on vibration and seismic protection of buildings is possible when using rubber elements as isolators, which have a nonlinear dependence of stiffness on the load.

Key words: hybrid numerical method, digital twins, dynamic and non-destructive surveys, rubber isolators, vibration-isolated grid, Vrancea earthquake zone.

ГІБРИДНИЙ ЧИСЛОВИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ СЕЙСМОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ

Наведено результати числових та експериментальних досліджень вібро-сейсмосахисту житлових будинків з використанням гумових ізоляторів українського виробництва з натуральної гуми. Числові дослідження вертикальних коливань будівлі з гумовими опорами на рівні залізобетонної сітки виконано з використанням динамічних цифрових двійників, розроблених на основі методу скінченних елементів. Числові дослідження коливань цифрових двійників виконано з використанням записів віброприскорень ґрунту, отриманих внаслідок проходження залізничних поїздів, а також ефектів, визначених акселерограмами землетрусів. Виконано розрахунки будівель на сейсмічних опорах з урахуванням сейсмічних навантажень з визначенням коефіцієнтів безпеки щодо падіння житлового будинку. Показано, що вирішення проблеми вібро- та сейсмосахисту будівель є можливим при використанні в якості ізоляторів гумових елементів, які мають нелінійну залежність жорсткості від навантаження.

Ключові слова: гібридний чисельний метод, цифрові двійники, динамічні та неруйнівні дослідження, гумові ізолятори, віброізоляційна сітка, зона землетрусу Вранча.

¹ Institute of Telecommunications and Global Information
Space, NAS of Ukraine, Kyiv,

² National University of Life and Environmental
Sciences of Ukraine, Kyiv,

³ State Enterprise “The State Research Institute of Building
Constructions”, Kyiv,

⁴ National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv

Received
18.05.23