

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., М.О. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, доц.,
Д.Г. ЗАВГОРОДНИЙ, аспірант
Криворізький національний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ ЦИКЛІЧНИХ ТЕХНОГЕННИХ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Сучасне безпрецедентне індустриальне навантаження на геологічне середовище, особливо в гірничодобувних регіонах зі складною тектонікою, неминує призводити до виникнення та постійної ескалації інтенсивної техногенної сейсмічності. На відміну від природних макросейсмічних тектонічних землетрусів із тривалими періодами коливань та відносно плавним наростанням амплітуд, локальні техногенні впливи — такі як масові промислові вибухи та раптові гірничі удари — характеризуються жорстким високочастотним спектром (понад 5-10 Гц).

Головною, хоча часто прихованою, загрозою для капітальних будівель у таких специфічних умовах є аномально висока повторюваність динамічних впливів, що генерує сотні, а подекуди й тисячі циклів навантаження за весь розрахунковий період експлуатації споруди. Багаторазове, навіть короткочасне, перевищення межі пружності будівельних матеріалів під дією таких знакозмінних динамічних навантажень неминує викликає фізичне явище малоциклової втоми. Це супроводжується накопиченням мікродфектів у структурі матеріалу та спричиняє незворотну деградацію початкової жорсткості найбільш навантажених конструктивних вузлів. Кумулятивне накопичення таких втомних пошкоджень є абсолютно критичним для жорстких стінових конструктивних схем (особливо зведених з використанням цегляної кладки або популярного нині газобетону), а також для просторових залізобетонних каркасів, де пластичні шарніри формуються у вузлах сполучення колон та ригелів.

Проблема ускладнюється тим, що існуючі вітчизняні нормативні підходи (зокрема, закладені в ДБН В.1.1-12:2014) переважно розраховані на опір одиничному потужному сейсмічному впливу і концептуально не повною мірою враховують явище поступового, покрокового зниження несучої спроможності будівлі від багаторазових слабких або середніх техногенних поштовхів. Для забезпечення та істотного підвищення експлуатаційної надійності таких об'єктів безальтернативно необхідний глибоко науковий та комплексний підхід до їх реконструкції та підсилення. Оцінку фактичної залишкової сейсмостійкості будівель у таких районах доцільно виконувати на базі сучасного нелінійного статичного методу спектра несучої здатності (Pushover Analysis). Цей математичний апарат дозволяє об'єктивно оцінити резерви міцності та адекватно описати непружну реакцію системи за межами пружної роботи матеріалів.

При проектуванні систем підсилення фундаментальною інженерною вимогою є максимальне збереження цілісності існуючих конструкцій без їх додаткового механічного пошкодження під час виконання робіт. Поширена серед вітчизняних будівельників практика влаштування монолітних залізобетонних стовпів шляхом прорізування глибоких вертикальних штроб в існуючій старій кам'яній кладці є глибоко помилковою. Таке втручання створює потужні штучні концентратори напружень і, замість підсилення, провокує небезпечне локальне крихке руйнування кладки при проходженні крізь неї коротких високочастотних сейсмічних хвиль.

Ефективне підвищення надійності забезпечується застосуванням зовнішнього композитного армування (FRP), влаштуванням залізобетонних сорочок по зовнішньому контуру (без втручання в ядро перерізу), а також інтеграцією зовнішніх фрикційних або в'язкопружних демпферів у рамно-в'язеві системи. Додатковим і вкрай необхідним заходом є високочастотна віброізоляція фундаментів за допомогою еластомерних ізоляторів (наприклад, поліуретанових матів PURASYS або вторинної гуми DAMTEC).

Комплексне впровадження цих методів та перехід до розрахунку на пакети акселерограм, що моделюють множинні гірничі удари, дозволить суттєво підвищити експлуатаційну надійність будівель та запобігти їх прогресуючому обваленню в умовах інтенсивних промислових впливів.

Список літератури

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. Київ : Міністерство України, 2014. 110 с.
2. FEMA 440. Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. Washington, D.C. : Federal Emergency Management Agency, 2005. 392 p.