

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

СПЕЦИФІКА ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ АКСЕЛЕРОГРАМ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАЙДАНЧИКІВ У ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНАХ

Надійність оцінки фактичної сейсмостійкості будівель та інженерних споруд фундаментально та критично залежить від точності математичного завдання розрахункових сейсмічних навантажень. Відповідно до базових положень чинних норм ДБН В.1.1-12:2014, для територій зі складними ґрунтовими умовами, а також для зон з активними техногенними чинниками, застосування прямого динамічного методу розрахунку з використанням інструментальних або синтезованих акселерограм є абсолютно безальтернативним. Однак у специфічних умовах гірничодобувних регіонів, таких як Кривбас, традиційні нормативні підходи до їх обґрунтування та генерації потребують глибокого концептуального перегляду.

Специфіка техногенної та наведеної сейсмічності докорінно відрізняється від класичних тектонічних землетрусів (зокрема, впливу зони Вранча), для яких характерні довгоперіодні коливання. Акселерограми індукованих подій відзначаються екстремально коротким часом наростання до пікового прискорення (PGA), малою загальною тривалістю фази сильних рухів та аномально високим вмістом спектральної енергії у високочастотному діапазоні (5–25 Гц і вище).

У зв'язку з цим, адекватна розрахункова акселерограма для моделювання динамічного впливу на цивільні та промислові об'єкти повинна конструюватися не шляхом простого лінійного масштабування природних аналогів, а як складна суперпозиція множини стохастичних високочастотних імпульсів, згенерованих з урахуванням місцевих сейсмотектонічних умов. Огинаюча функція такої синтезованої акселерограми має суворо відповідати цільовим спектрам реакції та емпіричним даним локального мікросейсмічного моніторингу конкретного вузла залягання гірських порід, детально враховуючи ефекти локального підсилення сейсмічного сигналу шаруватою товщею ґрунтів. Сучасні передові методики обґрунтування таких складних динамічних впливів спираються на розв'язання обернених задач сейсмології — метод інверсії повних регіональних хвильових форм, а також на чисельне дискретно-елементне моделювання процесу поширення хвиль від вогнища руйнування гірського масиву до денної поверхні фундаменту.

Критично важливим аспектом є врахування накопичувального ефекту «пам'яті напружень» (stress memory) у геологічному масиві. Численні послідовні впливи невеликої енергії від регулярних промислових вибухів незворотно підвищують проникність розломів, що може генерувати тригерні макросейсмічні події з вищими піковими прискореннями, ніж передбачає стандартний регресійний прогноз. Тому ординати спектра реакції у його короткоперіодній частині мають бути суттєво підвищені при проектуванні.

Крім того, розрахунок просторових конструкцій на стійкість до прогресуючого обвалення та перевірка на малоциклову втому матеріалів (зокрема, деградацію жорсткості залізобетонних та кам'яних елементів) повинен оперувати не поодинокими ізольованими розрахунковими подіями, а неперервними серіями (так званими пакетами) акселерограм. Такий підхід до нелінійного динамічного аналізу (Time History Analysis) дозволяє адекватно змоделювати множинні, безперервно повторювані гірничі удари та процеси релаксації напружень, що відбуватимуться протягом усього проектного терміну експлуатації споруди.

Отже, диференційований підхід до генерації розрахункових акселерограм з обов'язковим урахуванням високочастотного спектру, ефекту пам'яті напружень та циклічності впливів є фундаментальною умовою гарантування експлуатаційної безпеки будівель у сейсмоактивних гірничодобувних регіонах.

Список літератури

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. Київ : Мінрегіон України, 2014. 110 с.
2. Кендзера О. В., Пігулевський П. Г. Особливості та наслідки техногенної сейсмічності в гірничодобувних регіонах України. Геофізичний журнал. 2021. Т. 43, № 4. С. 112–125