

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

ОЦІНКА ВПЛИВУ МАСОВИХ ВИБУХІВ НА НЕСУЧУ СПРОМОЖНІСТЬ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ: ІНЖЕНЕРНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Інтенсивна гірничодобувна діяльність, зокрема у Криворізькому залізорудному басейні, супроводжується регулярними масовими промисловими вибухами, які генерують потужну техногенну сейсмічність. На відміну від природних тектонічних землетрусів, що характеризуються переважно низькочастотним спектром та значною тривалістю фази інтенсивних коливань, промислові вибухи діють як локальні ізотропні центри розширення. Вони генерують короточасні високочастотні імпульси (до 5–25 Гц) з надзвичайно малою глибиною залягання осередку (від 1 до 3 км), що призводить до формування специфічної хвильової картини на денній поверхні. Це створює комплексні, багатофакторні інженерні та екологічні загрози для прилеглих урбанізованих територій та фонду житлової забудови, що історично формувався без урахування подібних нестаціонарних навантажень.

З інженерної точки зору, головною та найбільш підступною небезпекою є кумулятивний ефект від багаторічної серії локальних сейсмічних поштовхів. Цей аспект деградації несучої здатності не в повній мірі враховується чинними нормами ДБН В.1.1-12:2014, оскільки нормативна база здебільшого орієнтована на розрахунок опору конструкцій одноразовому екстремальному навантаженню. Високочастотні коливання, характерні для вибухових робіт, часто збігаються з власними частотами жорстких малоповерхових будівель масової забудови, неминує викликаючи явища квазірезонансу та резонансу. Багаторазове перевищення межі пружності матеріалів під дією таких знакозмінних навантажень призводить до розвитку малоциклової втоми, мікротріщиноутворення та поступової незворотної деградації початкової жорсткості вузлів і несучих конструкцій загалом. Найбільш вразливими виявилися кам'яні будівлі, особливо з матеріалів із низькою зсувною жорсткістю (наприклад, газобетон), де пікові значення прискорень можуть перевищувати показники звичайної цегли на 56,6%. Типовими пошкодженнями є діагональні зсувні тріщини, відшарування кладки на кутах та горизонтальні зрізи внутрішніх стін.

Екологічний аспект досліджуваної проблеми виходить за межі суто вібраційного впливу і полягає у глибокій та незворотній зміні напружено-деформованого стану всього геологічного середовища регіону. Багаторічний масштабний видобуток корисних копалин та інтенсивні вибухові роботи призводять до акумуляції так званої «пам'яті напружень» (stress memory) у масиві оточуючих гірських порід, що супроводжується розкриттям та підвищенням проникності існуючих тектонічних розломів. З плином часу це діє як потужний тригер для наведеної (індукованої) сейсмічності, провокуючи раптову розрядку накопиченої тектонічної енергії та виникнення локальних землетрусів з магнітудою понад 4.0 за шкалою Ріхтера. Крім того, неконтрольована зміна гідрогеологічних умов — наприклад, затоплення відпрацьованих виробок шахтними водами — здатна ініціювати масштабні провали земної поверхні та зсуви, що додатково руйнує фундаменти будівель та виводить їх з експлуатації.

Для мінімізації негативних наслідків необхідно переглянути підходи до проектування та захисту будівель у таких регіонах. Інженерні рішення мають базуватися на застосуванні систем високочастотної віброізоляції (еластомерні або поліуретанові матеріали) та підсиленні існуючих будівель методами зовнішнього композитного армування (FRP). Екологічна безпека, своєю чергою, вимагає впровадження безперервного мікросейсмічного моніторингу для своєчасного виявлення зон критичної концентрації напружень та запобігання макросейсмічним гірничим ударам.

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.