

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф. М.О. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, доц.,
М.М.КЛІМОВ аспірант
Криворізький національний університет

НАДІЙНІСТЬ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ СЕЙСМІЧНОГО ВПЛИВУ

Промислові будівлі є складними інженерними об'єктами, які вимагають ретельного динамічного аналізу при проектуванні та реконструкції. Специфіка таких споруд полягає у наявності великих прольотів, значній гнучкості колон та серйозному зосередженні мас на рівні покриття (важкі ферми, підвісне технологічне обладнання). Під час інтенсивного сейсмічного або вібраційного впливу ці маси генерують потужні горизонтальні інерційні сили, які викликають критичні згинальні моменти у вузлах закріплення колон у фундаментах.

Особливої актуальності ця проблема набуває для таких потужних промислових агломерацій, як Кривий Ріг. Незважаючи на розташування поза межами зон високої природної сейсмічності, щільна промислова забудова регіону (гірничо-збагачувальні комбінати, металургійні цехи) систематично зазнає впливу інтенсивної техногенної сейсмічності. Регулярні масові вибухові роботи у відкритих кар'єрах та глибоких шахтах генерують специфічні сейсмовибухові хвилі. Ці динамічні навантаження передаються через ґрунтовий масив безпосередньо на фундаменти велико прольотних будівель, викликаючи явище вимушених коливань та накопичення втомних пошкоджень у несучих конструкціях. Наслідки такого постійного вібраційного фону не завжди проявляються миттєво. Часто це прихований процес: у зварних або болтових з'єднаннях металевих ферм та підкранових балок поступово накопичується «втома» металу, а в залізобетонних елементах виникають мікротріщини, які з часом невпинно розширюються. Ситуація стає критичною, якщо частоти коливань від масових кар'єрних вибухів частково збігаються з власними частотами коливань гнучких конструкцій цеху. За таких умов виникає явище резонансу: амплітуда розгойдування будівлі стрімко зростає, що може призвести до раптового руйнування навіть тих елементів, які візуально здавалися абсолютно надійними.

Традиційно для протидії цим загрозам інженери йшли шляхом закладання надмірних запасів міцності, просто роблячи каркас масивнішим та важчим. Проте сьогодні такий екстенсивний підхід є економічно неефективним. До того ж, просте збільшення маси будівлі часто відіграє негативну роль: чим важча споруда, тим більшими стають ті самі руйнівні інерційні сили при поштовхах.

Враховуючи роботу важких мостових кранів та асиметричне розташування устаткування в цехах, традиційні спрощені методи розрахунку є недостатніми. Сучасна інженерна практика вимагає створення повноцінних просторових моделей у спеціалізованих CAD/CAE комплексах для виконання точного аналізу. Це дозволяє адекватно оцінити напружено-деформований стан складних металевих і залізобетонних каркасів під дією специфічних для Кривого Рогу короткочасних, але потужних динамічних імпульсів. Простими словами, такі сучасні комп'ютерні програми допомагають інженерам заздалегідь побачити «слабкі місця» будівлі. Замість того, щоб чекати, поки колона чи стіна дасть тріщину від чергового вибуху в кар'єрі, фахівці ще на етапі креслень можуть зміцнити конструкцію.

У підсумку, такий ретельний підхід до розрахунків необхідний для таких міст, як Кривий Ріг. Він гарантує, що величезні цехи та заводи зможуть безпечно працювати десятиліттями, незважаючи на постійні підземні поштовхи від гірничих робіт. Це надійно захищає життя працівників і водночас економить гроші підприємств, адже запобігти руйнуванням на етапі будівництва набагато дешевше, ніж потім зупиняти виробництво для складних аварійних ремонтів.

Список літератури

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 110 с.
2. Немчинов, Ю. І. Сейсмостійкість будівель і споруд: Навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2018. – 256 с