

МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ВИСОТНОЇ СПОРУДИ ПРИ ВИНИКНЕННІ В ЇЇ ПРИМІЩЕННЯХ ПОДІЙ КАТАСТРОФІЧНОГО ХАРАКТЕРУ

Зростання кількості висотних споруд та їх поверховості у містах є стійкою тенденцією, оскільки збільшення міського населення відбувається на фоні подальшого зменшення кількості придатної для висотної забудови землі та підвищення її ціни. Однак при цьому зростають і небезпеки, пов'язані з особливостями експлуатації висотних споруд. В першу чергу, це високі тиски на фундамент та ґрунт, коливальні процеси внаслідок вітрового навантаження, зосередження великої кількості людей (від декількох тисяч) на порівняно невеликій території та труднощі їх евакуації у випадку виникнення надзвичайних ситуацій тощо. Необхідно також враховувати, що однією з особливостей міжнародної ситуації в сучасному глобальному світі є поширення діяльності радикальних рухів, одним з напрямків діяльності яких є терористичні дії з метою знищення людей, руйнування споруд та різноманітних об'єктів. Тому дослідження стійкості висотної споруди при руйнуванні опорних конструкцій внаслідок терористичного акту (а також внаслідок інших надзвичайних ситуацій) є надзвичайно важливими, оскільки отримані результати дадуть можливість ще на стадії проектування підвищувати стійкість висотної споруди проти руйнування, яке прогресує та, як наслідок, уникнути значних людських жертв.

Просторова задача по дослідженню стійкості висотної споруди проти руйнування, яке прогресує, є досить складною. Відносно простішою є плоска задача, в рамках якої опорні конструкції та перекриття мають одиничну товщину, тоді перекриття розглядають як консольно закріплену балку. Навантаження, яке буде діяти на віцілілі колони та перекриття (рис. 2), що знаходяться над зоною руйнування, буде визначатись:

$$P = g \cdot \sum_{l_e} (m_k \cdot n_z + (m_n + m_o) \cdot l_z), \quad (1)$$

де: n_z – кількість зруйнованих колон в межах поверху;

l – кількість поверхів (номер останнього перекриття);

l_e – номер поверху зі віцілілими колонами та перекриттями над зоною руйнування

l_z – кількість зруйнованих перекриттів;

m_n – маса зруйнованого перекриття в межах поверху;

m_o – маса об'єктів, які знаходяться на одному поверсі (включаючи меблі, обладнання та людей);

m_k – маса частини колони, яка знаходиться між поверхами

g – прискорення вільного падіння.

Далі обирають розрахункову схему в залежності від того, які опорні конструкції було зруйновано: якщо біля зовнішньої стіни, то розглядають консольне закріплення в одній точці, якщо всередині, то досліджують напружений стан і деформації балки, яка консольно закріплена в двох чи більше опорах.

Тобто, загалом, стійкість S висотної споруди проти руйнування, яке прогресує, є функцією просторової структури, поверху, на якому відбулося руйнування та масштабом руйнування:

$$S = S(V, l_z, M), \quad (2)$$

де: V – просторова структура висотної споруди;

M – масштаб руйнувань.

В якості показника стійкості можна обрати час до повного руйнування висотної споруди, протягом якого можна виконати необхідні дії з урятування людей, що знаходяться в приміщеннях висотної споруди. Іншим показником стійкості висотної споруди може бути величина напружень в опорних конструкціях, які не повинні перевищувати деяких наперед заданих величин.

Також необхідно враховувати не тільки, як було зазначено вище, поверх(и), де відбулося руйнування та масштаб руйнувань, а і динамічний вплив (удар), який мав місце в результаті вибуху в приміщенні висотної споруди або при зіткненні її з літальним апаратом. Наслідком удару можуть бути тріщини в матеріалі, які не привели до швидких руйнувань, але будуть становити потенційну небезпеку, сприяючи розширенню зони руйнування. Також велике значення має температура в приміщеннях висотної споруди після здійснення терористичного акту, оскільки внаслідок дії високої температури можуть відбуватися значні деформації тих опорних конструкцій, які не були зруйновані одразу внаслідок вибуху. Оскільки зона високої температури може змінювати свої розміри і координати, то вплив зони високої температури теж, очевидно, буде представляти собою функцію часу.