

А.М. Шостачук, к.т.н., доц.

Д.М. Шостачук, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

## ДЕФОРМАЦІЇ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ПЕРЕКРИТТІВ ВИСОТНИХ СПОРУД

Незважаючи на складне фінансове становище України, очевидно, що одна з тенденцій сучасного містобудування, яка полягає у збільшенні висотності будівель, буде зберігатись. Це підтверджується невинним зростанням в останні роки кількості висотних споруд у Києві та інших обласних центрах, досягненнями будівельної механіки, матеріалознавства, інших наук. Перешкодою для стрімкого збільшення споруд висотою 100 метрів і більше є практично відсутність нормативних документів, тому проекти висотних будівель розробляються для кожного випадку окремо.

Особливостями експлуатації висотних споруд є:

- високі тиски на фундамент та несучі конструкції;
- коливальні процеси під дією вітрового навантаження;
- чутливість до підземних поштовхів, особливо в напрямку, паралельному до поверхні землі;
- висока вразливість для терористичних атак;
- нерівномірні деформації фундаменту та надземних несучих конструкцій.

Крім того, можуть виникати серйозні проблеми при швидкій евакуації з приміщень висотної споруди великої кількості людей у випадку виникнення пожежі, припинення нормальної роботи систем життєзабезпечення висотної споруди (систем вентиляції, опалення, сигналізації, енергозабезпечення), землетрусу тощо. Основне вертикальне навантаження несуть колони, в поперечному перерізі яких виникають напруження стиснення. Горизонтальні перекриття також витримують вертикальні навантаження від обладнання, меблів та людей, які знаходяться в приміщеннях висотної споруди. Допустимі значення цих зовнішніх тисків регламентуються відповідними нормативами. При цьому в поперечному перерізі горизонтального перекриття від зосередженої сили або розподіленого навантаження виникають дотичні напруження та напруження згину. Крім запланованих, можуть виникати також зусилля, обумовлені особливостями висотних споруд, зазначеними вище.

Розглянемо напружений стан в матеріалі горизонтальних перекриттів. За відсутності коливань, що є досить рідкісним явищем для висотних споруд, на горизонтальні перекриття діє тільки сила ваги (розподілена  $q$  або зосереджена  $P$ ) від меблів, обладнання та людей, які знаходяться в приміщеннях висотної споруди (рис.1, а). Тоді в точках  $A$  і  $B$  консольного закріплення виникають вертикальні реакції та моменти. Тобто, напруження згину в матеріалі перекриття будуть функцією від зосередженого та розподіленого навантаження:

$$\sigma_{xz} = \sigma(P, q), \quad (1)$$

де  $P$  – зосереджена вертикальна сила;

$q$  – розподілене вертикальне навантаження, воно є сумою двох складових:

$$q = q_0 + q_i, \quad (2)$$

де  $q_0$  – статичне розподілене навантаження (меблі, обладнання);

$q_i$  – змінне розподілене навантаження (мешканці, відвідувачі).

При коливальних процесах буде спостерігатися деформації прямолінійних осей опор від вертикалі, причому, очевидно, що з висотою ця деформація буде збільшуватись (рис.1, б). В поперечних перерізах перекриттів будуть також виникати поперечні сили та моменти згину. Тоді вісь несучої колони повернеться відносно свого попереднього положення на деякий кут  $\Delta$  і напруження в матеріалі горизонтального перекриття будуть функцією трьох складових:

$$\sigma_{xz} = \sigma(P, q, \Delta), \quad (3)$$

де  $\Delta$  – кут повороту вісі колони при коливаннях.

При нерівномірному тиску на опори та (або) значному розкіді механічних властивостей матеріалу колон, одна з опор буде зменшувати свій повздовжній розмір з більшою швидкістю, ніж сусідні опори. Одночасно буде деформуватись горизонтальне перекриття (рис.1, в), викликаючи в поперечному перерізі перекриття поперечні сили та моменти згину. Точка  $B$  консольного закріплення перекриття справа буде

зміщена по відношенню до аналогічної точки  $A$  зліва на деяку величину  $a$ . Напруження згину в поперечному перерізі горизонтального перекриття:

$$\sigma_{z_2} = \sigma(P, q, a), \quad (4)$$

де  $a$  – вертикальне переміщення консольного закріплення перекриття відносно свого початкового положення внаслідок нерівномірних деформацій повзучості колон.

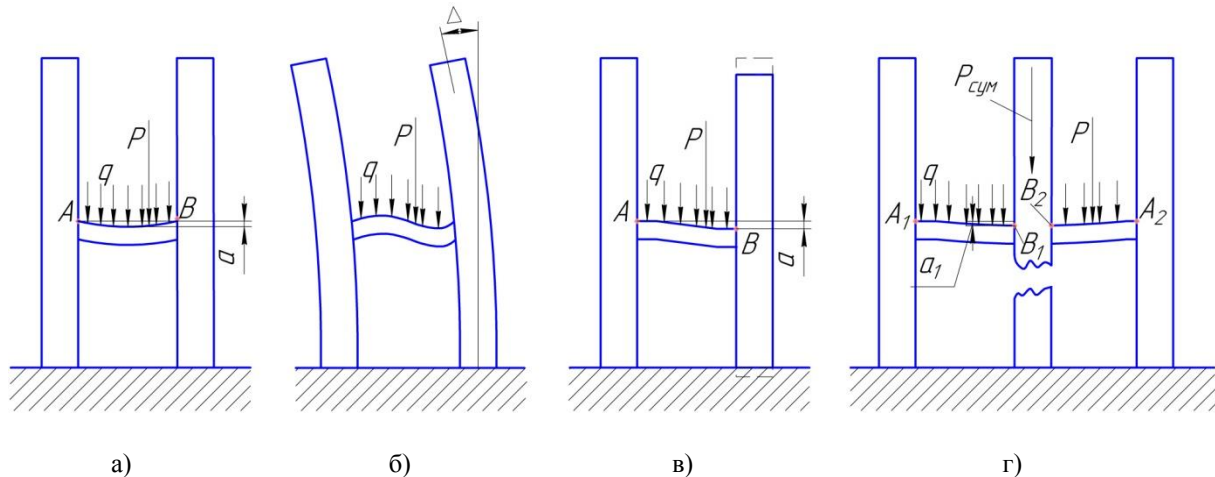


Рис. 1. Випадки навантаження горизонтальних перекриттів вертикальними силами: а – при відсутності незапланованих деформацій, б – при коливальних процесах під дією вітрового навантаження, в – при нерівномірній вертикальній деформації несучих конструкцій, г – при руйнуванні або пошкодженні окремих несучих конструкцій.

У випадку терористичної атаки (зовнішньої – зіткнення з літальним апаратом або в приміщеннях висотної споруди – вибух або пожежа) можуть бути пошкоджені опори. Тоді горизонтальні перекриття будуть навантажені додатковою вертикальною силою  $P_{\text{сум}}$ , яка буде обумовлена вагою вище розташованих опор і перекриттів (рис.1, г). Вертикальні сили обумовляють в поперечному перерізі горизонтального перекриття поперечні сили та моменти згину. Напруження в матеріалі горизонтальних переміщень:

$$\sigma_{z_2} = \sigma(P, q, P_{\text{сум}}), \quad (5)$$

Точки  $B_1$  і  $B_2$  консольного закріплення горизонтального перекриття змістяться вниз по відношенню до аналогічних точок  $A_1$  і  $A_2$  на величину  $a_1$ .

Звичайно, на практик можуть мати місце сукупність розглянутих вище випадків. Таким чином, розглядаючи плоску задачу для наступних заданих величин: спосіб закріплення, величини та напрямки розподілених навантажень та зосереджених сил, розміри та структура (армування) горизонтальних перекриттів маємо двічі статично невизначену задачу, оскільки в найбільш небезпечних точках, де виникають максимальні моменти згину, тобто в місцях консольного закріплення виникають чотири невідомих реакції (дві сили та два моменти), а кількість рівнянь для системи паралельних сил дорівнює двом.

### Висновки.

1. Основними несучими конструкціями, які сприймають навантаження, є колони. Вони витримують зусилля стиснення від ваги власної, людей, обладнання та меблів, які знаходяться в приміщеннях висотної споруди, а також згин від дії вітрового навантаження, рухів земної кори тощо.
2. Горизонтальні перекриття в процесі експлуатації висотної споруди несуть вертикальні заплановані навантаження, обумовлені силою ваги меблів, обладнання та людей та коливаннями, а також незаплановані, викликані нерівномірною деформацією несучих колон або їх пошкодженням.
3. Для визначення зусиль в горизонтальних перекриттях необхідно розв'язувати об'ємну задачу, яку в першому наближенні можна замінити плоскою двічі статично невизначеною, оскільки в кожній з точок закріплення виникають дві невідомі реакції – вертикальна реакція та момент.