

1. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем / Пер. с англ. И.К.Снитко. 2-е изд. М., 1955. С.12–62. 2. Рабинович И.М. Статика сооружений. Т.1, 11. 1937. 3. Цимринг Ш.Е. Специальные функции и определённые интегралы. Алгоритмы. Программы для микрокалькуляторов: Справочник. М., 1988. 272 с. 4. Пелешко І.Д., Юрченко В.В. Про удосконалення одного з методів оптимізації сталевих конструкцій // Вісн. Львів. політехн. ін-ту. 1988. № 360. С.166–174. 5. Строительные нормы и правила СнИП 11-23-81*. Ч.11. Стальные конструкции. М., 1982. 6. А. с. 431093 СССР, М.Кл.В66с17/00. Мостовой кран / М.Ф.Глушко. 1692424/27-11; Заявл. 08.09.71; Опубл. 05.06.74, Бюл. № 21. 3 с. 7. Заявка 99127148. Балочна конструкція / М.В.Гоголь, О.М.Гайда. Пріоритет від 28.12.99

УДК 624.074.04:699.81

Б.Г. Демчина

НУ “Львівська політехніка”, кафедра будівельних конструкцій і мостів

ВРАХУВАННЯ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ МОМЕНТІВ МІЖ ПЛАСТИНАМИ ПРОСТОРОВОГО ОБ’ЄМНОГО БЛОКА ПІД ЧАС ДІЇ СТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

© Демчина Б.Г., 2000

У цій статті описано розв’язання силової задачі визначення вогнестійкості просторових об’ємних блоків будинків. Наведено приклад перерозподілу зусиль у стику об’ємного блока між сусідніми пластинами та виведена залежність перерозподілу моментів з врахуванням їх жорсткостей.

Під час розрахунку вогнестійкості для великопанельного, каркасного, об’ємно-блокового чи монолітного багатопверхового будинку не можна опиратись на розрахункові вогнестійкості окремих конструктивних елементів, а саме: стінових панелей, плит перекриття, колон, балок тощо. Тому що усі ці конструктивні елементи пов’язані між собою і границя вогнестійкості для цілого відсіку будинку буде залежати від того як кожен елемент співпрацює з сусіднім, як проходитиме перерозподіл зусиль при їх сумісній роботі від дії статичного та температурного впливу.

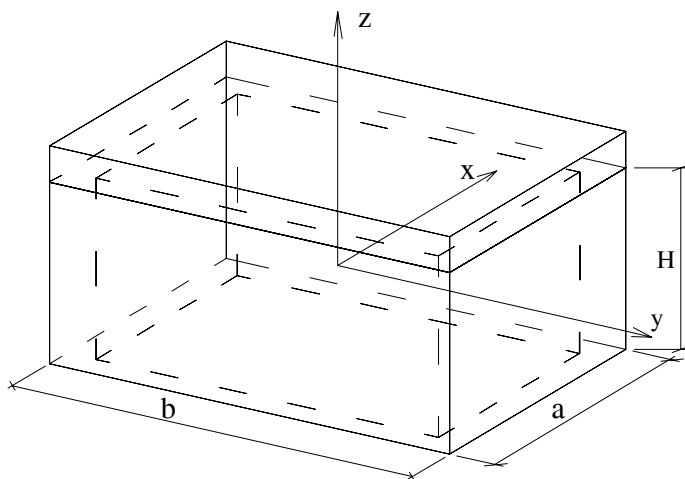


Рис.1. Просторовий об’ємний блок (ПОБ).

Під просторовим об’ємним блоком (ПОБ) будемо розуміти відсік великопанельного будинку, що знаходиться між двома по-

крітими конструктивними елементами будинку, які пов’язані між собою і границя вогнестійкості для цілого відсіку будинку буде залежати від того як кожен елемент співпрацює з сусіднім, як проходитиме перерозподіл зусиль при їх сумісній роботі від дії статичного та температурного впливу.

перечними (зовнішніми і внутрішніми) стіновими панелями та перекритий плоскою плитою, що оперта по контуру (рис.1).

Для того, щоб уможливити розрахунок просторової задачі прийемо спрощену розрахункову модель ПОБ, яка складається з окремих елементів – кришки блока та стінок блока і показана на рис.2.

Кожна із складових пластин блока в загальному випадку ортотропна і тільки нижня плита перекриття може бути ізотропною конструкцією у випадку суцільної монолітної плити.

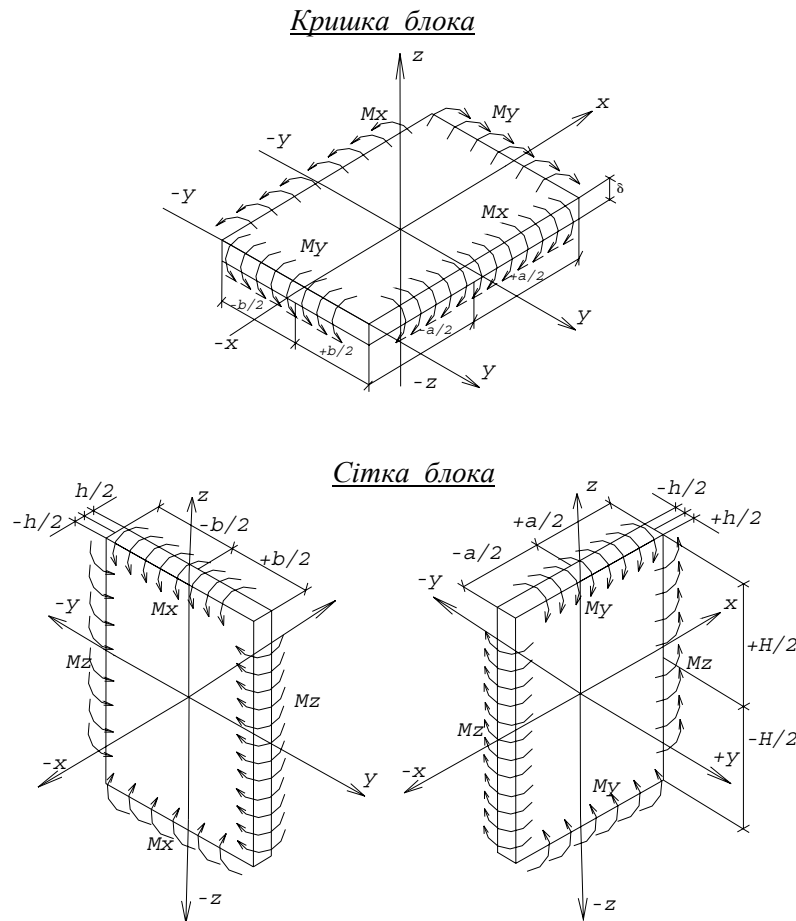


Рис.2. Розрахункова модель ПОБ.

Диференціальне рівняння згину кожної із показаних на рис.2 пластин можна представити у вигляді

$$\nabla^2 \nabla^2 \omega - \frac{q}{D} + \frac{\alpha_T E_b}{1 - \mu} \int_{-h/2}^{+h/2} T(z, t) z dz = 0 \quad (1)$$

де, q – поперечне навантаження на плиту при відсутності сил в середній площині; $q = q_0 + +\nabla'' N$ – сума поперчного і додаткового навантаження від впливу сил у середній площині; α_T – коефіцієнт лінійного температурного розширення.

Розподіл температур визначається нестационарним рівнянням теплопровідності, яке за результатами роботи [1] приймається у відомому вигляді

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (2)$$

При визначенні, виходячи з рівнянь (1) та (2), границі вогнестійкості необхідно керуватися подіями, що відбулися до пожежі.

Як правило, пожежа виникає в будівлі, в якій властивості матеріалів є стабільними:

- процеси повзучості стабілізованими;
- напружено-деформований стан стаціонарним, встановленим на певному рівні.

У відповідності з викладеним, еволюція напружено-деформованого стану (НДС) при сумісній силовій і вогневій дії розглядається в такій послідовності:

- визначається НДС просторового об'ємного блока при статичній дії;
- визначається НДС просторового об'ємного блока при сумісній дії силових і температурних полів з подальшим підсумовуванням напружень і деформацій.

У цій статті наведений шлях визначення НДС просторового об'ємного блока при статичній дії та відсутності температурної дії пожежі, тобто, температура елементів блока та навколишнього середовища збігається.

При розв'язуванні статичної задачі для кожної пластини існує рівняння [2]

$$\nabla^2 \nabla^2 \omega = \frac{q}{D}, \quad (3)$$

і відповідні граничні умови на краях пластини

$$\begin{aligned} \omega_{(\pm a/2)} = \omega_{(\pm b/2)} = \omega_{(\pm H/2)} = 0 \\ \left. \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right|_{\pm a/2} = M_x^0; \quad \left. \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right|_{\pm b/2} = M_y^0; \end{aligned} \quad (4)$$

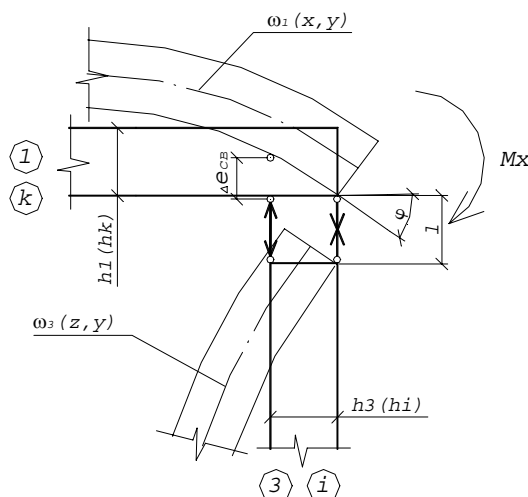


Рис.3. Розрахункова схема стику пластин.

$\omega(x, y)$ і $\omega(z, y)$, які виникають у зв'язках при згині суміжних пластин по деяких поверхнях, рис.3.

Для кожної пластини таких умов буде 8 (по два на кожному краю), а для системи із 5 пластин – 40 і при цьому 6 із них пов'язані із аналогічними умовами для інших пластин, це свідчить про неможливість знаходження розв'язку в межах класичної моделі [2].

Нижче пропонується наближений підхід для визначення напружено деформованого стану системи, просторового блока. Цей підхід пов'язаний із перерозподілом моментів M_x і M_y між елементами блока.

Суть методики полягає в наступному.

Розділимо блок на окремі пластини, з'єднавши останні в зоні стику двома пружно-податливими зв'язками рівномірно розподіленими по довжині лінії контакту. Розглянемо деформації і зусилля, що їм відповідають, та

Внаслідок дії моменту M_x пластини 1(к) і 3(і) вигнуться по деяких кривих $\omega_{(x,y)}$ і $\omega_{(z,y)}$, а в зв'язках між ними виникнуть відповідні реакції і переміщення та утвориться деякий малий кут повороту φ , який дорівнює

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2\Delta e_{cb}}{h_i} \approx \varphi \quad (5)$$

де A – площа перерізу зв'язку.

З іншого боку

$$\varphi = \left. \frac{\partial \omega_i}{\partial z} \right|_{H/2} = \frac{2\Delta e_{cb}}{h_i}; \text{ і так як } \Delta e_{cb} = \frac{Pl}{EA};$$

Зусилля в зв'язках дорівнює

$$P = \frac{\left. \frac{\partial \omega_i}{\partial z} \right|_{H/2} (a/2) EA h_{i(k)}}{2e} \quad (6)$$

Згинальний момент, що утворюють зв'язки

- для пластини i , завтовшки h_i

$$M_i = Ph_i = \frac{\left. \frac{\partial \omega_i}{\partial z} \right|_{H/2} EA h_i^2}{2e} \quad (7)$$

- для пластини k , завтовшки h_k

$$M_k = Ph_k = \frac{\left. \frac{\partial \omega_k}{\partial x} \right|_{a/2} EA h_k^2}{2e} \quad (8)$$

і оскільки

$$M_i = M_{(h/2)} = D_i \left. \frac{\partial^2 \omega_i}{\partial z^2} \right|_{H/2} \quad (9)$$

$$M_k = M_{(a/2)} = D_k \left. \frac{\partial^2 \omega_k}{\partial x^2} \right|_{a/2}$$

з рівнянь (7) та (8) з врахуванням рівняння (9) маємо

$$D_i \left. \frac{\partial^2 \omega_i}{\partial z^2} \right|_{H/2} = \left. \frac{\partial \omega}{\partial z} \right|_{H/2} \frac{EA h_i^2}{2e} \quad (10)$$

$$D_k \left. \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right|_{a/2} = \left. \frac{\partial \omega}{\partial x} \right|_{a/2} \frac{EA h_k^2}{2e}$$

Зовнішній момент M_x який дорівнює сумі моментів (M_i+M_k), що згинають пластини у вузлі

$$M_x = D_i \frac{\partial^2 \omega_i}{\partial z^2} \Big|_{H/2} + D_k \frac{\partial^2 \omega_k}{\partial x^2} \Big|_{a/2} \quad (11)$$

або в розгорнутому вигляді

$$M_x = \frac{\partial \omega}{\partial z} \Big|_{H/2} \frac{EA h_i^2}{2e} + \frac{\partial \omega}{\partial x} \Big|_{a/2} \frac{EA h_k^2}{2e} \quad (12)$$

З рівняння (12) простими перетвореннями дістанемо

$$\frac{D_i h_i^2 \frac{\partial \omega_i}{\partial z} \Big|_{H/2}}{D_k h_k^2 \frac{\partial \omega_k}{\partial x} \Big|_{a/2}} = \frac{M_i}{M_k} = \frac{M_x - M_k}{M_k} \quad (13)$$

Нами отримана закономірність розподілення зовнішнього моменту M_x між суміжними пластинами. Для інших пластин використовується цей самий принцип.

Використовуючи залежність (13) розподіляють в першому наближенні усі зовнішні моменти, що діють на блок. Після розподілу здійснюється лінійний розрахунок кожної з пластин. І знову, використовуючи вираз (13), визначають згинальні моменти в кожній з пластин по грані їх стикування із суміжними пластинами. Уточнюють нев'язку в обчисленні ΔM – і знову нев'язку розподіляють між суміжними пластинами. Ітераційний процес продовжується до досягнення похибки, меншої від будь-якого заданого наперед числа, наприклад 1 %.

Отже, нами запропонована закономірність, за якою необхідно здійснювати перерозподіл зусиль (моментів) у вузлах стику двох сусідніх пластин ПОБ, за яких виконуються граничні умови на краях пластин (4).

1. Демчина Б.Г., Коляков М.Й. Пропозиції до інженерного розрахунку вогнестійкості залізобетонних конструкцій // Проблеми теорії і практики будівництва. Т.IV. Львів, 1997. С.30–33. 2. Тимошенко С.Л., Войновский-Крюгер С. Пластинки и оболочки. М., 1966. 635 с.