

ДОБІР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ОПОРНИХ ЗАКРІПЛЕНЬ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ, ЩО ПРАЦЮЄ В УМОВАХ ПРОСІДАННЯ ГРУНТІВ ТА ПІД ДІЄЮ РІВНОМІРНОГО НАГРІВАННЯ

Кобзева О.М. к.т.н, доцент кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки

Крупа Д.О. ст. гр. Д-43-14 Харківський національний автомобільно-дорожній університет gajet12@yandex.ua

Ільяс Буфкрі ст. гр. Д-41-14 Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Мета дослідження: визначити, як впливає ступінь статичної невизначеності на внутрішні зусилля, що виникають у рамі під дією температури та заданого зміщення опори.

Об'єкт дослідження: Г-образна рама.

Завдання:

1. Змінюючи типи опор і ступінь статичної невизначеності, побудувати у загальному вигляді епюри моментів, що виникають у рамі від дії температури та заданого зміщення опори.
2. Для кожного варіанта обрати раціональний метод розрахунку (метод сил або метод переміщень).
3. Порівняти отримані результати.

Розглянемо раму з одним, двома та трьома зайвими зв'язками. Для кожного з варіантів побудуємо розрахункову епюру моментів методом сил або методом переміщень, зведемо отримані результати у таблицю для порівняння. У подальших розрахунках будемо дотримуватись таких припущень: $t_{cp} = t$; $t' = 0$; $h = l$; $EI = \text{const}$.

Покажемо розрахункові схеми рами:

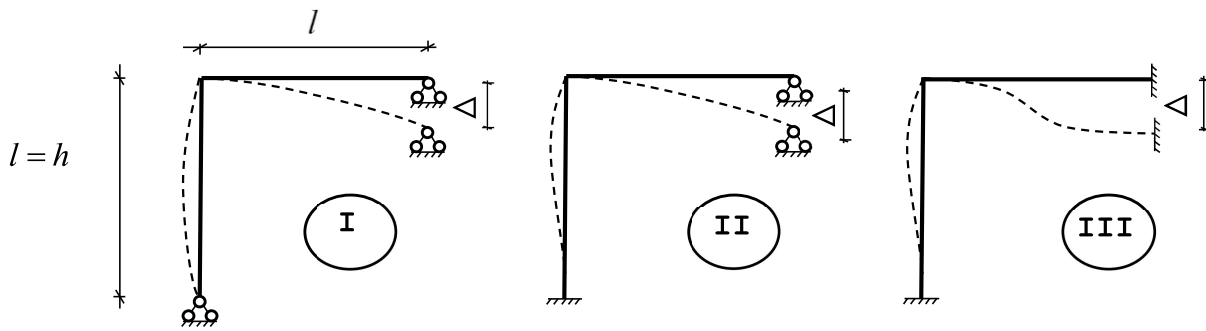


Рисунок 1 – Варіанти розрахункових схем рами.

Оберемо раціональний метод розрахунку для кожного варіанту

Варіант 1 – Рама один раз статично невизначена. Побудуємо розрахункові епюри методом сил.

Розрахунок на задане зміщення: $\delta_{11}x_1 + \Delta_{1\Delta} = 0$; $x_1 = \frac{1,5EI\Delta}{l^2}$; $\Delta_{1\Delta} = -\Delta$; $\delta_{11} = \frac{2l^3}{3EI}$

Розрахунок на дію температури: $\delta_{11}x_1 + \Delta_{1t} = 0$; $x_1 = \frac{3EI\alpha t}{l^2}$; $\Delta_{1t} = -2\alpha l t$; $\delta_{11} = \frac{2l^3}{3EI}$

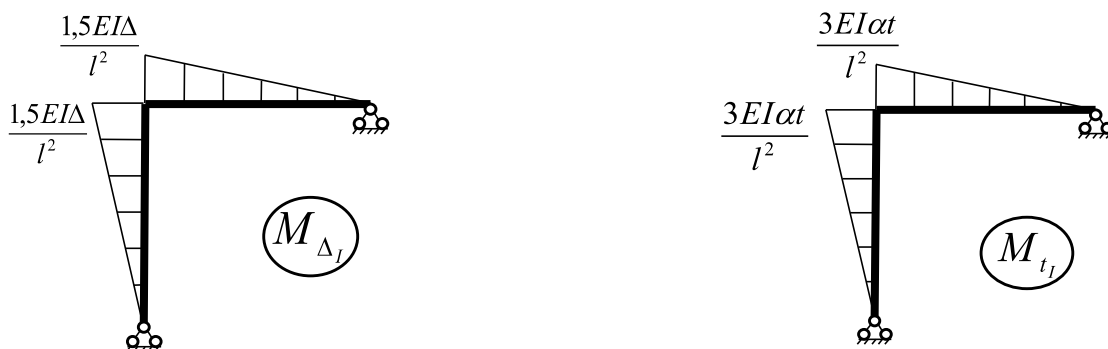


Рисунок 2 – Розрахункові епюри моментів від заданого зміщення та дії температури для один раз статично невизначеної рами

Варіант 2 – Рама двічі статично невизначена, раціональним методом розрахунку є метод переміщень.

Розрахунок на задане зміщення опори:

$$r_{11}z_1 + R_{1\Delta} = 0; M_{\Delta} = \overline{M}_{1z_1} + M_{\Delta}^0; r_{11} = \frac{7EI}{l}; R_{1\Delta} = \frac{-3EI\alpha}{l^2}; z_1 = \frac{3\alpha}{7l}$$

Розрахунок на дію від температури:

$$r_{11}z_1 + R_{1t} = 0; M_t = \overline{M}_{1z_1} + M_t^0 + M_{t_{cp}}^0; r_{11} = \frac{7EI}{l}; R_{1t} = \frac{3EI\alpha t}{l}; z_1 = \frac{-3\alpha t}{7}$$

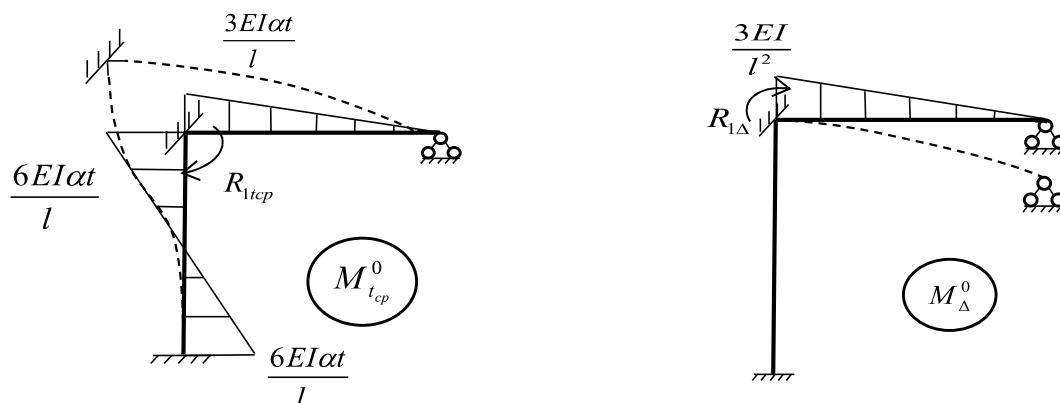


Рисунок 3 – Допоміжні епюри моментів від дії температури та заданого зміщення опори для двічі статично невизначеної рами.

Розрахункові епюри моментів приведені на рисунках 5 та 6.

Варіант 3 – Рама тричі статично невизначена. Розрахунок на дію від температури та задане зміщення опори виконуємо методом переміщень.

Розрахунок на задане зміщення:

$$r_{11}z_1 + R_{1\Delta} = 0; M_{\Delta} = \overline{M}_{1z_1} + M_{\Delta}^0; r_{11} = \frac{8EI}{l}; R_{1\Delta} = \frac{-6EI\alpha}{l^2}; z_1 = \frac{0,75\Delta}{l}$$

Розрахунок на дію температури:

$$r_{11}z_1 + R_{1t} = 0; M_t = M_{tcp}^0; r_{11} = \frac{8EI}{l}; R_{1t} = 0; z_1 = 0$$

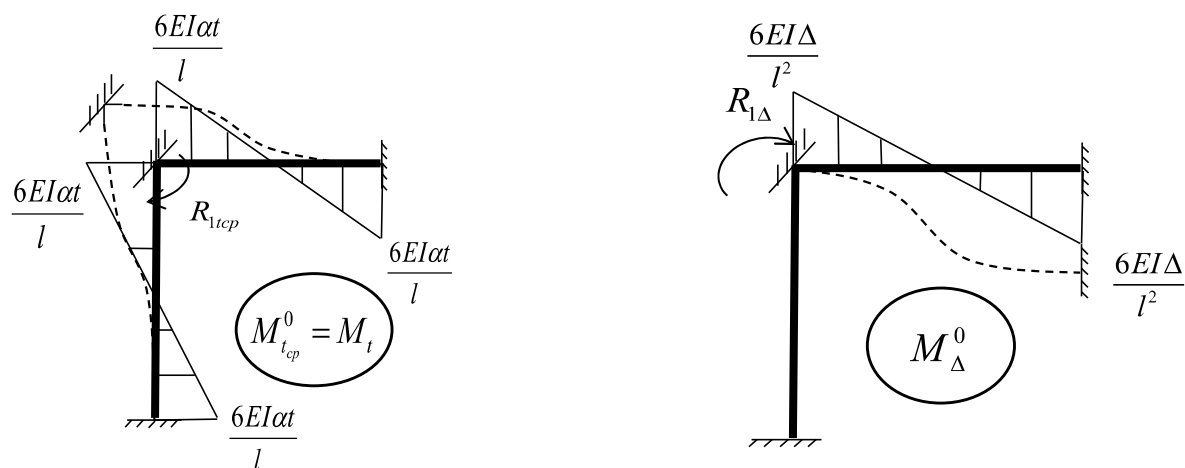


Рисунок 4 – Допоміжні епюри моментів від дії «t» та заданого зміщення опори.

Розрахункові епюри моментів приведені на рисунках 5 та 6.

Порівняємо отримані результати на прикладі побудованих епюр

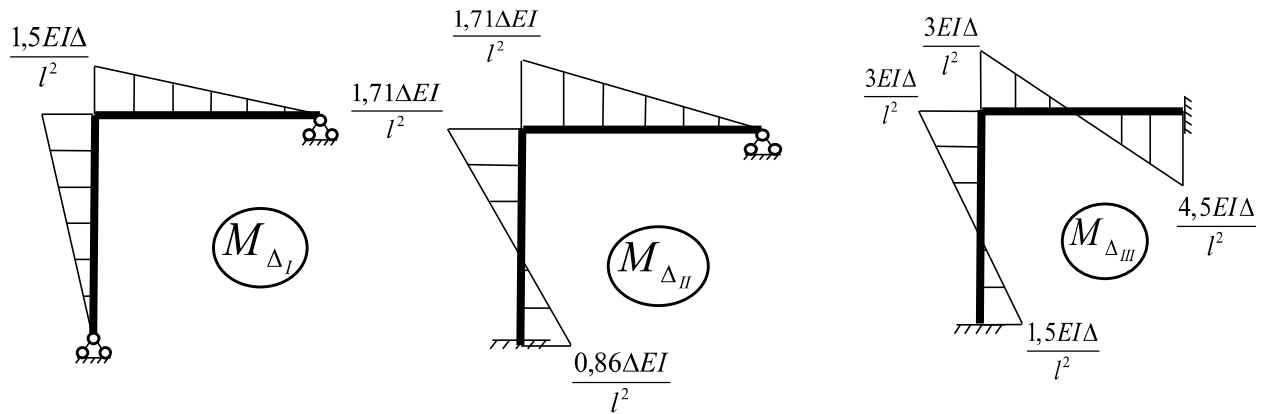


Рисунок 5 – Розрахункові епюри моментів, що виникають від заданого переміщення опори в рамах з різними ступенями статичної невизначеності

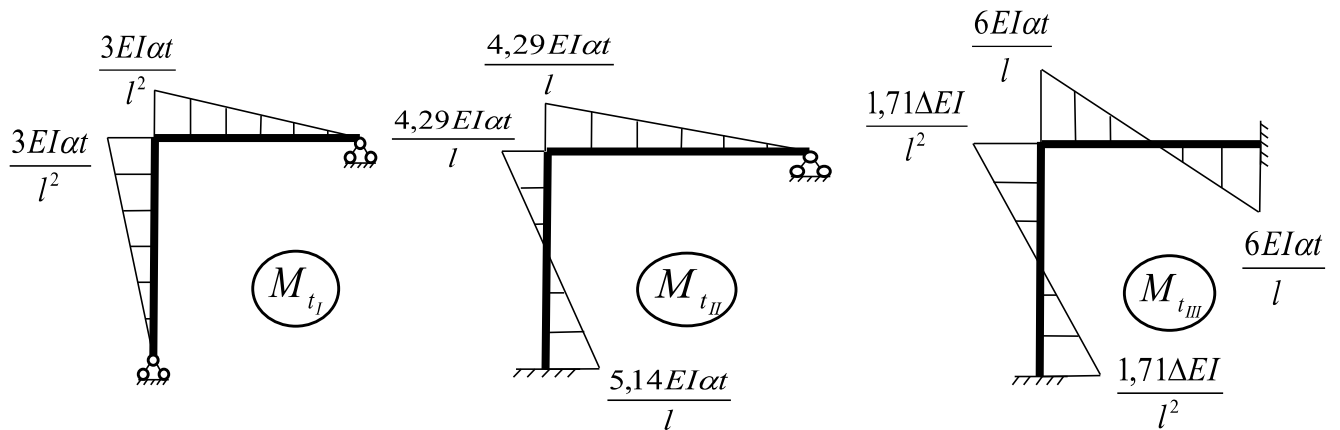


Рисунок 6 – Розрахункові епюри моментів, що виникають від дії температури в рамах з різними ступенями статичної невизначеності.

ВИСНОВКИ

Розглянуто раму з одним, двома та трьома зайвими зв'язками. Для кожного з варіантів побудовано епюру моментів методом сил або методом переміщень. Отримані результати зведено у таблицю для порівняння.

$$M_{\Delta} = \frac{kEI\Delta}{l^2}, \quad M_t = \frac{cEI\alpha t}{l}$$

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів

Схема рами	K	C
I	1,5	3
II	1,71	4,29
III	3	6

Таким чином, із розглянутих схем найбільш чутлива до нерівномірного зміщення опор та рівномірного нагрівання схема III, яка має найбільшу кількість зайвих зв'язків. Перевагу треба надати I варіанту рами, що має лише один зайвий зв'язок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н., Строительная механика.- М.: Высш. шк., 1986.-607с.
2. Киселев В.А. Строительная механика.- М.: Стройиздат, 1986.- 520с.
3. Э.Д. Чихладзе, Строительная механика: Учебник для студентов высших учебных заведений. – Харьков: УкрГАЗТ, 2004.-305с.
4. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости. Учебн. пособие для вузов/ под ред. Абовского Н.П. – М.: Стройиздат, 1978.-192с.
5. Определение усилий и перемещений в статически неопределимых системах инженерных сооружений на автомобильных дорогах (часть II). Пособие по самостоятельной работе студентов/ Э.Д. Чихладзе, В.Д. Зинченко, В.А. Голеско, А.Г. Кислов – Харьков.: Изд-во ХДАДТУ, 1997. – 214с.
6. Статично невизначені системи інженерних споруд на автомобільних дорогах: навч. посіб. В.О. Голеско, О.Г. Кіслов, О.М. Кобзева. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 268 с.