

фізико-механічних характеристик бетону при дії місцевого імпульсного температурного навантаження // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій. – Львів, 1998. – Вип. 3. – С. 279. 3. Чихладзе Е.Д., Жакін. А.И. та ін. Огнестойкость бетонных и сталебетонных конструкций // Зб. наук. пр. – Харків, 2000. – Вип. 40.

УДК 624.012.35

Р.І. Кінаш, Д.Г. Гладішев

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра архітектурних конструкцій

ДО ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПІРНИХ ЗУСИЛЬ У РИГЕЛІ В МЕЖАХ РАМИ

© Кінаш Р.І., Гладішев Д.Г., 2004

Розроблена розрахункова схема однопрогонової одноповерхової двохшарнірної рами з П-подібною розрахунковою моделлю ригеля в ній для визначення пружних горизонтальних переміщень опор та відповідних їм значень розпірних зусиль з урахуванням міцності бетону замонолічування між опорними торцями ригеля та колонами.

The settlement circuit of a one-storeyed frame with one flight with П-similar settlement model of a beam in it for definition of elastic horizontal movings of support and strutting efforts in view of durability of concrete between end faces of beams and columns.

Вступ. У будівництві застосування залізобетонних однопрогонових балкових конструкції, які працюють у складі рамних систем, становить більше ніж 30 % від загального обсягу несучих конструкцій. У найближчій перспективі основними напрямками структурної реорганізації промислового будівництва є розширення і реконструкція існуючих промислових об'єктів, що вимагає визначення фактичних резервів несучої здатності залізобетонних балкових елементів, що працюють у межах рамних систем, за рахунок виникнення на їх опорах розпірних зусиль [1, 2, 3].

Постановка завдання. При розрахунку рам [4] за деформованою схемою, який можна виконувати будь-яким методом статички пружних систем (методом сил, методом переміщень тощо) геометрична нелінійність враховується знаходженням переміщень від одиничних зусиль або реакцій від одиничних переміщень, в основній системі відповідного методу статички, за формулами поздовжньо-поперечного згину, тобто з урахуванням прогинів у стрижнях на моменти в них. Згідно з [4], у розрахунковій схемі рами осі стрижнів збігаються з геометричними осями елементів рами. Розраховуючи рамну систему з шарнірним поєднанням ригеля на консолі колон, взаємне переміщення шарнірних опор ригелів Δ та горизонтальні зусилля N в них у розрахунках ригелів не враховують. За цим підходом до розрахунку рам з шарнірним поєднанням ригелів з колонами неможливо виявити резерви фактичної несучої здатності ригелів (з урахуванням у них розпору) на фактичні експлуатаційні навантаження як під час проектування, так і під час реконструкції будинків та споруд з рамними каркасами.

Статичний розрахунок рам необхідно виконувати на сумісну дію усіх навантажень за деформованою схемою як нелінійно деформованих систем з урахуванням безпосереднього впливу поздовжнього згину колон, а також тріщин та непружних деформацій бетону на кривину і відповідно жорсткість елементів рам. Проте такий розрахунок достатньо складний і здебільшого розрахунки рам виконують за спрощеними методами.

Результати досліджень. Запропонована [1] уточнена розрахункова модель роботи залізобетонної балки в рамі (рис. 1), яка пов'язана з поданням балки у вигляді П-подібною рами з

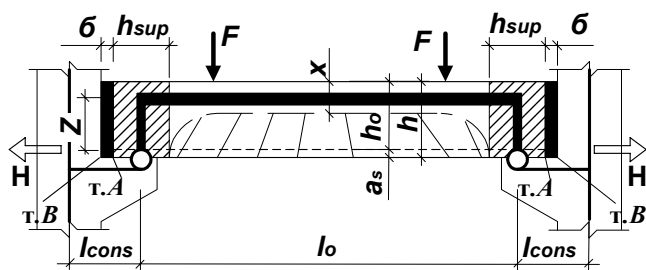


Рис. 1. П-подібна розрахункова модель балки в межах рамної системи

жорсткими верхніми вузлами і шарнірним закріпленням її стійок на консолях колон. Жорсткість ригеля в П-подібній розрахунковій моделі балки дорівнює розрахунковій приведеній жорсткості балки, визначеній за нормативними навантаженнями, а жорсткість опорних стояків у розрахунковій моделі приймається такою, що дорівнює жорсткості горизонтальної ділянки h_{sup} від торця балки до останньої нормальної тріщини.

Для визначення розпірних зусиль H , горизонтальних переміщень Δ_{xA} опорних торців балки та колон Δ_{xB} на рівні дії розпірних зусиль, розроблена розрахункова схема однопрогонової одноповерхової рами (рис. 2) з шарнірним поєднанням П-подібної розрахункової моделі балки до консолей колон рами та з бетоном замонолічування між торцями балки та колонами.

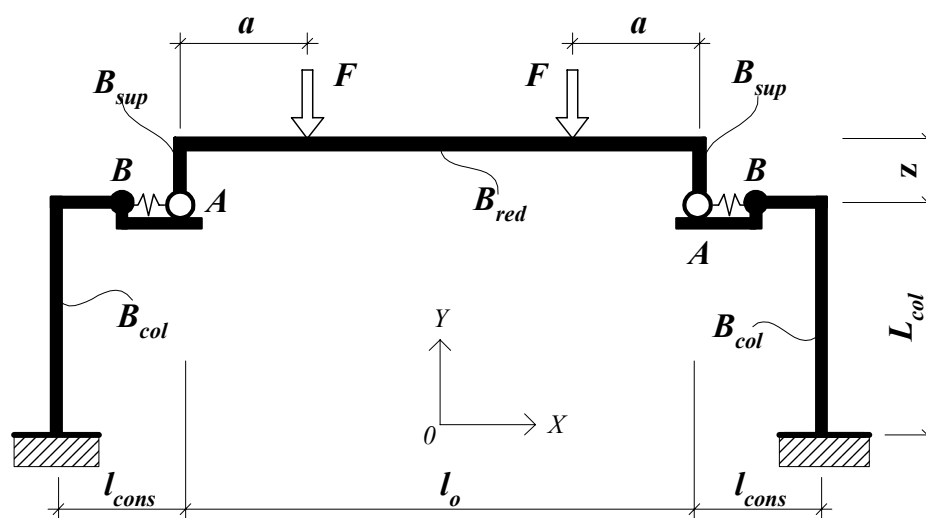


Рис. 2. Розрахункова схема однопрогонової одноповерхової рами з шарнірним поєднанням П-подібної розрахункової моделі балки до консолей колон та з бетоном замонолічування між торцями балки та колонами

Раму розглядаємо як пружну стрижневу систему. Задача розглядається у лінійному формулюванні. Напружено-деформований стан стрижнів (елементів) описується рівняннями малих деформацій тонких прямолінійних стрижнів. Визначаючи переміщення та зусилля, деформаціями стиску-розтягу та зсуву нехтують.

Ділянка замонолічування моделюється лінійно-пружною в'язю між вузлами А та В, яка має скінченну жорсткість k_m в горизонтальному (вздовж в'язі) напрямку:

$$r = -H = k_m \times \Delta_{AB}, \quad (1)$$

де r – реакція з боку пружної в'язі на вузли А та В, причому додатний її напрям – від вузла; H – розпір; $\Delta_{AB} = \Delta_{xB} - \Delta_{xA}$; Δ_{xB} , Δ_{xA} – проекції переміщень вузлів В та А на горизонтальну вісь $0-X$ (рис. 3); $k_m = (E'_{b,3} \times A_{b,3}) / \delta$ – коефіцієнт пружності бетону замонолічування; $E'_{b,3} = R_{b,ser,3} / \epsilon_{bR,3}$, $A_{b,3}$, δ – відповідно модуль пружнопластичності бетону, площа змінання та товщина бетону замонолічування, $\epsilon_{bR,3}$ – відносна деформація стиску бетону замонолічування.

У вертикальному (поперечному стосовно в'язі) напрямку в'язь працює абсолютно жорстко, тобто вертикальні переміщення вузлів А і В збігаються ($\Delta_{yA} = \Delta_{yB}$).

За прийнятих припущень система є один раз статично невизначеною. Для її аналітичного розрахунку застосовано класичний метод сил із врахуванням симетрії системи.

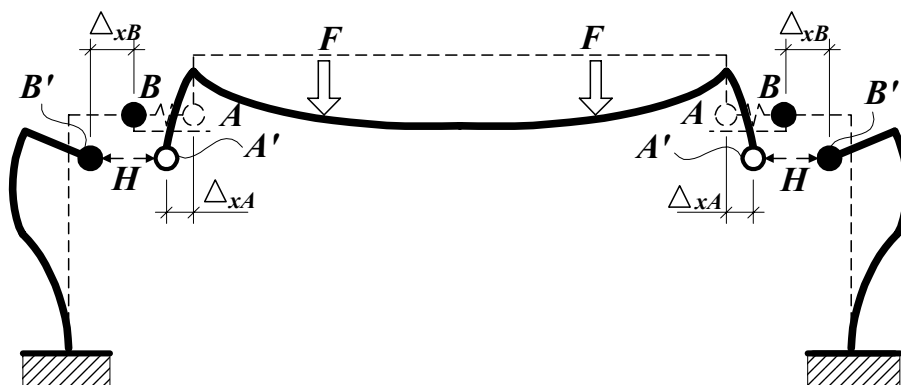


Рис. 3. Схема деформацій шарнірної рами із колонами консольного типу

Прийнята для побудови розв'язку основна система методу сил, одинична та вантажна епюри в основній системі показані відповідно на рис. 4, а-в.

Невідомий момент X_I знаходимо з канонічного рівняння методу сил

$$\delta_{II}X_I + \Delta_{IF} = 0. \quad (2)$$

Коефіцієнт δ_{II} та вільний член Δ_{IF} канонічного рівняння визначають аналітично за формулою Мора і вони мають вигляд

$$\delta_{II} = \int_{l_0} \frac{\bar{M}_I^0 \bar{M}_I^0}{B} dl_0 + \frac{l}{z} \times \frac{r}{k_m} = \frac{l_0}{2 \times B_{red}} + \frac{z}{3 \times B_{sup}} + \frac{L_{col}}{3 \times B_{col}} \times \left(\frac{L_{col}}{z} \right)^2 + \frac{l}{z^2 \times k_m}, \quad (3)$$

$$\Delta_{IF} = \int_{l_0} \frac{\bar{M}_I^0 M_F^0}{B} dl_0 = F \times \left[\frac{a}{B_{red}} \times (l_0 - a) + \frac{l_{cons} \times L_{col}^2}{2 \times z \times B_{col}} \right]. \quad (4)$$

Враховуючи, що

$$X_I = -\frac{\Delta_{IF}}{\delta_{II}}, \quad H = -\frac{X_I}{z}, \quad (5)$$

після елементарних перетворень отримуємо вираз для визначення розпору H :

$$H = F \times \beta, \quad (6)$$

де F – зосереджене вертикальне навантаження на ригель рами; β – коефіцієнт, що визначається за формулою

$$\beta = \frac{\frac{a \times z \times (l_0 - a)}{B_{red}} + \frac{L_{col}^2 \times l_{cons}}{B_{col}}}{\left(\frac{z^2 \times l_0}{B_{red}} + \frac{2}{3} \times \left[\frac{z^3}{B_{sup}} + \frac{L_{col}^3}{B_{col}} \right] \right) + \frac{2}{k_m}}, \quad (7)$$

в якій z – приведені значення плеча внутрішньої пари ригеля; l_0 – розрахунковий прогін ригеля; L_{col} – довжина колони; l_{cons} – довжина консолі колони; B_{red} – жорсткість ригеля у П-подібній розрахунковій його моделі; B_{sup} – жорсткість стійки ригеля у П-подібній розрахунковій його моделі; B_{col} – жорсткість колони.

Еюра моментів M у заданій системі показана на рис. 4, з. Допоміжна еюра моментів \bar{M}^{*0} у допоміжній основній системі для знаходження горизонтального переміщення Δ_{xB} показана на рис. 4, д, на якому відкинута частина заданої системи показана пунктиром.

Переміщення Δ_{xB} , Δ_{xA} у горизонтальному напрямку визначають за виразами

$$\Delta_{xB} = \int_{l_0} \frac{M_F^0 \bar{M}^{*0}}{B} dl_0, \quad (8)$$

$$\Delta_{xA} = \Delta_{xB} + \frac{H}{k_m}. \quad (9)$$

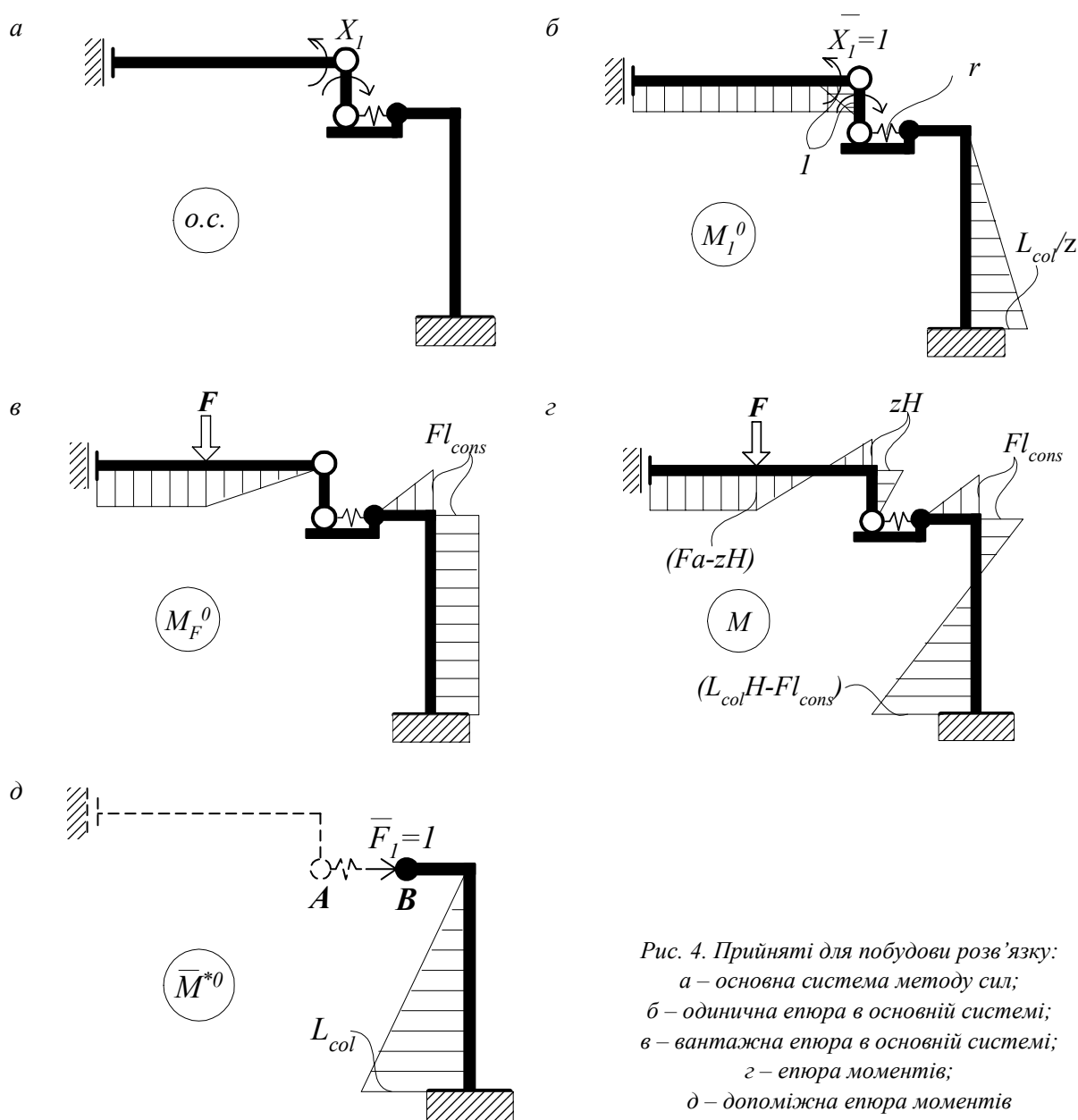


Рис. 4. Прийняті для побудови розв'язку:
 а – основна система методу сил;
 б – одинична еюра в основній системі;
 в – вантажна еюра в основній системі;
 г – еюра моментів;
 д – допоміжна еюра моментів

У підсумку вираз для горизонтального переміщення Δ_{xB} матиме вигляд

$$\Delta_{xB} = F \times \frac{L_{col}^2}{B_{col}} \times \left[\frac{L_{col}}{3} \times \beta - \frac{l_{cons}}{2} \right], \quad (10)$$

де β визначається за (7).

Висновки. Розроблена розрахункова схема однопрогонової одноповерхової рами з шарнірним поєднанням П-подібної розрахункової моделі балки до консолей колон та з бетоном замоноличування між торцями балки та колонами дає змогу визначити розпірне зусилля H (6), горизонтальне переміщення опорного торця ригеля Δ_{xA} (9) та колони Δ_{xB} (8) на рівні дії розпірного зусилля.

Розрахований ригель за розробленим алгоритмом [3], з використанням запропонованої розрахункової схеми рами, дав можливість визначити резерв підвищення повних навантажень на ригель при його роботі в межах одноповерхової однопрогонової рами за рахунок врахування розпирних зусиль.

1. Гладішев Г.М., Кінаш Р.І., Гладішев Д.Г. Розрахунок рами каркасу багатопверхового будинку з неосьювою схемою ригелів // *Проблеми теорії і практики будівництва: Зб. наук. статей. Т. IV: Проектування, обстеження і експлуатація будівель і споруд, основи та фундаменти.* – Львів, 1997. – С. 15–22. 2. Кінаш Р.І., Гладішев Д.Г. *Натурні дослідження ригелів багатопверхових багатопролітних залізобетонних рам для виявлення розпирних зусиль на опорах ригелів // Науково-практичні проблеми сучасного залізобетону: Зб. наук. пр.* – К.: НДІБК, 2003. – Вип. 59. – Кн. 2. – С. 124–130. 3. Кінаш Р.І., Гладішев Д.Г. *Рекомендації до розрахунку залізобетонних згинаних елементів з урахуванням утворення розпирних зусиль в межах рамної системи.* – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004. – 49 с. 4. *Руководство по расчёту статически неопределимых железобетонных конструкций. НИИЖБ Госстроя СССР.* – М.: Стройиздат, 1975. – 192 с.

УДК 624.014

Р.І. Кінаш, О.Є. Копилов

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра архітектурних конструкцій

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯВИЩА ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ ПІД ЧАС ОПЛИВАННЯ В’ЯЗКИ КОЛОВИХ ЦИЛІНДРІВ

© Кінаш Р.І., Копилов О.Є., 2004

Виконано поверхневу візуалізацію опливання систем з двох, трьох і чотирьох циліндрів. Візуалізація показала форму ділянок відривань та процеси інтерференції, які виникали в них, для геометрично різних конфігурацій систем циліндрів і завдяки цьому дала можливість інтерпретації досліджуваних явищ з метою використання в практиці проектування аналогічних конструкцій. У всіх досліджуваних системах спостерігалося явище гідродинамічної інтерференції колових циліндрів, яке впливало на вигляд візуалізації.

Superficial visualization of a flow of systems from two, three and four cylinders is executed. Visualization has shown form of areas of failure and processes of an interference which arose in them for vectorially different configurations of systems of cylinders, and due to this has enabled interpretation of the investigated phenomena with the purpose of use in practice of designing of similar designs. In all researched systems the phenomenon of a hydrodynamical interference of circular cylinders which influenced a kind of visualization was observed.

Вступ. У промисловому та цивільному будівництві розповсюджені конструкції, які мають форму в’язки колових циліндрів. Передусім це різного роду димові та газовідвідні труби, ультрасучасні будинки, вежі, підпори мостів, а також надземні і підводні трубопроводи. Вітрове навантаження буде одним із головних чинників, що діє на конструкції такого виду.

Одночасно конструкції такої ж форми часто зустрічаються у гідробудівництві. Будівельні норми України, як і норми інших держав, на жаль, надають обмаль інформації, необхідної для розрахунку описаних конструкцій на дію вітру.

Метою цієї роботи було одержання поверхневої візуалізації явища аеродинамічної інтерференції, що відбувається під час опливання в’язки колових циліндрів.