

НЕСНІ КОНСТРУКЦІЇ РЕКЛАМНИХ ЩИТІВ НА ДОРОГАХ

Дехтяр А. С., *д-р техн. наук, професор*
Національний транспортний університет (НТУ)

Рекламні щити площею 20 – 30 квадратних метрів встановлюються на вулицях і автомобільних дорогах (рис. 1). Найчастіше площину щита зорієнтовано вздовж осі проїзної частини або під кутом до неї.



Рисунок 1

На нешироких дорогах з двома смугами руху рекламні щити іноді встановлюються над дорогою перпендикулярно її осі.

Проектування несних конструкцій щитів забезпечує тільки необхідну міцність, переміщення і деформації тут не є визначальними. Зовнішніми впливами є власна вага і вітрове навантаження. Нижче розглядається тільки статичне навантаження від власної ваги.

Несні конструкції рекламних щитів достатньо різноманітні (рис. 2). З цієї різноманітності виберемо два крайні рішення – порталну раму (рис. 2,а) і Г-подібну раму з консольним ригелем (рис. 2,б). Останні складають 10 – 12 % загальної кількості рекламних щитів, встановлених на дорогах.

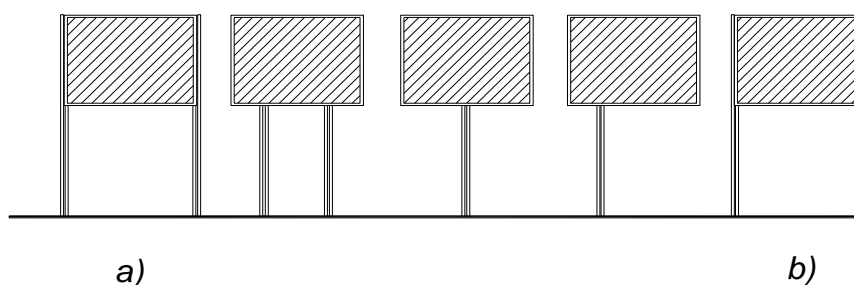


Рисунок 2

З конструктивної точки зору Г-подібна рама вельми неефективна і тому дорога. Бувають, звичайно, ситуації, коли другу опору розмістити ніде, проте достатньо часто рами з консольним ригелем встановлюються і там, де цілком можна було би розмістити раму на двох опорах. Зважаючи на очевидну неекономічність Г-подібних рам нижче зроблено спробу відповісти на два питання.

1. Чи існують конструктивні (а не ситуаційні) умови, за яких консольна схема (рис. 2,б) може конкурувати з порталньою рамою (рис. 2,а)?

2. Які найкращі параметри (конфігурація і міцності окремих елементів) обох даних рам?

Схеми, що їх подано нижче, є доволі умовні, адже на практиці самий рекламний щит інколи і є верхнім ригелем, тобто його міцність суттєво більша від міцності стійок.

Спочатку розглянемо порталню раму (рис. 3,а) з рівномірно навантаженим ригелем. Нехай граничний згинальний момент в ригелі рівний M_0 , а в стійках – μM_0 . Тут застосовано кінематичний метод теорії граничної рівноваги [1]. Вичерпання несної здатності рами можливе з утворенням механізму, показаного на рис. 3, а і б.

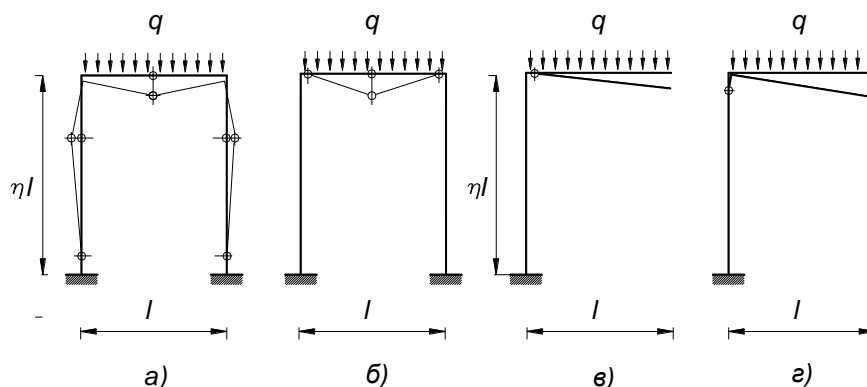


Рисунок 3

При одиничному опусканні середнього вузла ригеля кути взаємного повороту ланок механізму, що утворився, дорівнюють (рис. 4)

$$\varphi_1 = 2/l; \varphi_2 = u/(l(\xi_2 - \xi_1)); \varphi_3 = \varphi_1 + \varphi_2. \quad (1)$$

Тут ξ_1, ξ_2 – відносні координати пластичних шарнірів, що утворюються в стійках;

u – горизонтальне можливе переміщення верхнього шарніра в стійці. При одиничному опусканні середнього вузла в ригелі $u = 2(\eta - \xi_2)$, де η – відносна висота стійки.

З урахуванням кутів (1) взаємного повороту ланок механізму знаходимо величину D_i розсіювання енергії при пластичній деформації

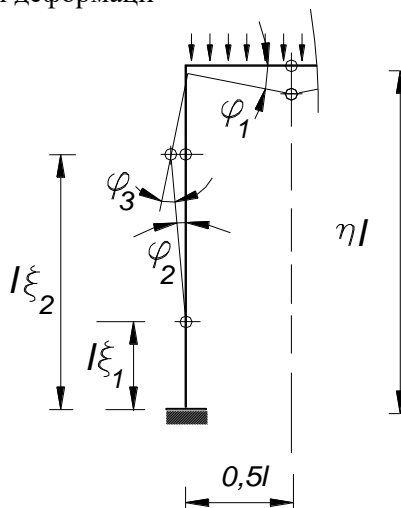


Рисунок 4

$$D_i = 4M_0 l^{-1} (1 + \mu(2\eta - \xi_1 - \xi_2)(\xi_2 - \xi_1)^{-1}). \quad (2)$$

Оскільки рівномірне поперечне навантаження q виконує на тих же переміщеннях роботу

$$D_e = ql/2,$$

то з умови рівноваги $D_i - D_e = 0$ одержуємо

$$q_1 = 8M_0 l^{-2} (1 + \mu(2\eta - \xi_1 - \xi_2)(\xi_2 - \xi_1)^{-1}) \quad (3)$$

Верхній межі граничної інтенсивності q_1 відповідає мінімум по ξ_1 і ξ_2 . Аналіз виразу (3) показує, що

$$q_{1\min} = 8M_0 l^{-2} (1 + \mu). \quad (4)$$

Зважаючи на простоту обчислень решту оцінок приводимо в остаточному вигляді. Для форми вичерпання несної здатності рами з руйнуванням тільки ригеля (рис.3.б)

$$q_2 = 16M_0 l^{-2}. \quad (5)$$

Порівняння оцінок (4) і (5) дозволяє прослідкувати перехід від однієї форми руйнування до іншої: якщо стійки мають більшу міцність, ніж ригель ($\mu > 1$), руйнування відбувається за схемою, показаною на рис.3.б).

На рис.3, з і д представлено можливі форми вичерпання несної здатності Г-подібної рами з консольним ригелем. При утворенні пластичного шарніра в ригелі або в стійці одержуємо відповідно

$$q_3 = 2M_0 l^{-2}; q_4 = 2M_0 \mu l^{-2}. \quad (6)$$

Порівняння оцінки (6) з оцінками (4) і (5) дозволяє помітити, наскільки малою є несна здатність Г – подібної рами в порівнянні з несною здатністю порталльної рами.

Оскільки далі розглядається задача проектування, вирази (4) – (6) використано для відшукування необхідних міцносних властивостей стійок і ригелів при заданій несній здатності q всієї конструкції, тобто визначається необхідна величина граничного згинального моменту M_0 .

Оцінюватимемо обидва варіанти рами величиною витрати матеріалів, вона пропорційна до довжин елементів і їх згинальних міцностей M_0 , які відповідають верхнім оцінкам несної здатності (4)-(6). Для порталльної і для Г-подібної рами маємо відповідно

$$z_1 = M_{0i} l (1 + 2\eta\mu); i = 1, 2; z_2 = 2M_{0i} (1 + \eta\mu), i = 3, 4. \quad (7)$$

На цьому етапі обидві цільові функції не враховують вартість влаштування фундаментів – двох у порталльної рами і одного – у рами з консольним ригелем.

Обчислення за (7) було виконано в області $0,3 < \mu < 1,6; 0,5 < \eta < 2,5$. Вони, як і очікувалося, показали повну непридатність Г-подібних цих рам. Такі рами виявляються в 4-5 разів дорожчими від порталльних рам за інших однакових умов.

Тепер розширимо постановку задачі і введемо до цільової функції z_1 постійну складову С. Вона враховує різницю вартостей двох фундаментів порталльної рами і одного фундаменту Г-подібної рами.

Обчислення показують, що реальна конкуренція між умовними вартостями z_1 і z_2 виникає лише тоді, коли величина C в 4-5 разів перевищує вартість стійок і ригелів. Таке можливо хіба що при установці рекламних щитів на болоті або у вічномерзлих ґрунтах.

$\mu \backslash \eta$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
0,3				П	
0,6				П	
0,9				Г	
1,2				Г	
1,5				П	
1,8				П	

В таблиці подано області – внутрішню заштриховану - для чотириразового перевищення вартості фундаментів, зовнішню прозору – для п'ятиразового. В цих областях влаштування Г-подібних рам можна вважати виправданим.

Якщо розглядати окремо проектування порталних рам і окремо - рам з консольним ригелем, можна відшукати їх оптимальні конфігурацію і розподіл матеріалу. Для перших в розглянутому просторі проектування такою є точка $\mu=0,6; \eta=1,2$, для других – точка $\mu=0,9; \eta=1,3$.

Висновки

1. Тут розглянуто досить крайні випадки несних конструкцій рекламних щитів, реальні же конструкції можуть мати не такий екстремальний вигляд. Крім того, вибрані розрахункові схеми також певною мірою є умовними, оскільки роль ригеля часто виконує сама рама щита (рис. 5). Тим не менше основний висновок полягає в тому, що асиметрія коштує дорого.

2. Слід уникати конструкцій рекламних щитів з консольним ригелем і не розміщувати рекламу на болоті і в тундрі.

Література

1. Дехтярь А. С., Рассказов А. О. Несущая способность тонкостенных конструкций. – К.: “Будівельник”, 1990. 287 с.