

# Щодо застосування полегшених сталевих конструкцій каркасів мансард в технічних рішеннях реконструкції житлових будинків

Агеєва Г. М.

«НДІпроектреконструкція», м. Київ

Кривельов Л. І.

Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій  
(НДІБК), м. Київ

---

*Проаналізовані найбільш поширені помилки в проектуванні каркасів мансард, які є одним з архітектурних рішень реконструкції житлових будинків. Пропонується вдосконалення конструктивних рішень каркасу мансард на засаді застосування перфорованих елементів з холоднозгинаємих сталевих профілів. Визначення геометричних характеристик перфорованих профілів пропонується провадити чисельними методами (методом скінченого елемента). Наводиться приклад такого визначення при використанні програмного комплексу «Ліра».*

На сучасному етапі процесу розвитку міського будівництва останній зосереджується на регенерації забудови центральних районів великих міст. В умовах ринкової економіки, приватної власності на землю та нерухомість ефективна реконструкція районів існуючої забудови стає найбільш привабливою галуззю для інвесторів.

Разом з тим, необхідно зазначити, що реконструкція забудови великих міст і зокрема забудови їх історичних районів є одним з шляхів реалізації

принципів компактного міста, які рекомендовано Європейською комісією ООН і які покладено в засади Концепції розвитку населених пунктів, затвердженої Постановою Верховної Ради України.

Одним з поширених архітектурних рішень реконструкції житлових будинків, збудованих на межі XIX-XX сторіч, і які складають найбільш цінну частину забудови центральних районів великих міст, є надбудова мансардного поверху (далі мансарди). Під такою назвою розуміють будівлю для проживання або для громадських потреб в просторі горищного поверху, окресленого в поперековому перерізі будинку чотирма схилами з різними кутами нахилу. Таке рішення горища запропоноване в XVII сторіччі Жюлем-Ардуеном Мансаром, автором королівського палацу у Версалі, за прізвищем котрого (*J.-A. Mansard*) воно і отримало свою назву.

В сучасному будівництві мансарди завдяки можливості застосування нових ефективних теплоізоляційних матеріалів набули великого поширення. Для міст з розвиненим рельєфом мансарди дають можливість надати суттєву виразність «п'ятим» фасадам будинкам.

Поширення будівництва мансард разом створює і певні проблеми. Практика обстежень тримальних конструкцій будинків, їх основ та аналіз проектів мансард свідчать про те, що доволі часто при цьому тримальна здатність головних конструкцій знаходиться на межі припустимого, а інколи є нижчою.

До цього призводить наступна низка технічних рішень, яка є майже типовою:

1. Останній поверх і мансарда об'єднуються в одну квартиру в двох рівнях.
2. Для створення вільного плану квартири великої площі видаляється середня тримальна стіна в межах останнього поверху будинку частково, або майже повністю.
3. Простір поміж зовнішніми стінами перекривається системою сталевих ферм, нижні пояси яких утворюють основу для другорядних балок перекриття поміж останнім поверхом і мансардою.
4. Власне перекриття робиться у вигляді залізобетонної монолітної плити зі сталевим профільованим настилом.
5. Необхідність закрити конструкцію ферм і організації в її площі суцільної перегородки, разом з тим, вимагає влаштування в ній прорізів для дверей. Це призводить до створення схеми ферм з решіткою, яка це припускає. Здебільшого такі ферми мають принципово більшу деформативність.
6. Нерідко трапляються випадки, коли вдаються до схем ферм, які з позиції кінематичного аналізу шарнірно-стержньової системи є такими, що геометрично змінюються. Щоб запобігти цьому, значно розвивають переріз поясів ферм для сприйняття виникаючих згинальних моментів.

7. При наявності в будинку підвалу, останній доволі часто переобладнується на приміщення офісів, магазинів. Це вимагає збільшення висоти приміщень підвалу за рахунок видалення суттєвого — до 0,5 м — шару ґрунту, що призводить до зниження тримальної здатності основи.

Сумуючи всі зазначені додаткові впливи на тримальні конструкції і вади в рішеннях конструкцій мансард, слід відзначити, що найбільш поширеними наслідками цього є:

- перевищення тримальної здатності ґрунтів основи під зовнішніми стінами;
- перевищення тримальної здатності простінків зовнішніх стін;
- значна деформативність металевого каркасу мансарди під впливом вертикальних, так і горизонтальних навантаж.

Залишаючи поза межами цієї роботи заходи по підсиленню існуючих конструкцій будинків та їх основ, вкажемо шлях вдосконалення конструктивних рішень каркасу мансард. Він полягає в застосуванні так званих перфорованих елементів на основі холоднозгинаємих сталевих профілів [1-5]. Вони, внаслідок значних великих моментів інерції і моментів опору перерізів, дозволяють запроєктувати схеми каркасів мансард, які б по суті були лише зовнішньою оболонкою простору і не мали б тримальних елементів, які б розділяли цей простір.

Розрахунок просторових статично невизначених конструкцій з перфорованих профілів вимагає визначення їх характеристик — згінної та крутильної жорсткості.

Визначення може бути реалізоване чисельними методами, зокрема в процесі розрахунку просторової конструкції в цілому за допомогою програмних комплексів на засадах методу скінченного елемента («Міраж», «Ліра»). Нижче наведено приклад такого визначення.

В якості вихідного елемента прийнято «Z» — образний профіль, який утворено в наслідок розрізки стінки швелера №30 [3] і розвороту відрізаної частини на  $180^\circ$ . Параметри профілю такі: висота зуба перфорації — 0,10 м, висота перерізу — 0,394 м, ширина полицки — 0,097 м.

Жорсткість елемента визначалася в процесі розрахунку напружено-деформованого стану тьохвимірної конструкції. До стержня, по довжині якого розміщувалось 6 перфорацій (довжина стержня  $l = 1,92$  м) прикладалися одинична вісева сила, одиничні згінний та крутильні моменти. Розбивка стержня на скінченні елементи та схеми прикладання навантаж наведено на рисунку 1.

Сила  $P$  розміром в 1 т прикладалась у вигляді рівномірно розподіленої по перерізу навантаги. Момент  $M=1,0$  тм прикладався у вигляді розподіленого моменту  $M_{CT}$  до стінки і пари вісевих сил  $P_{CT}$ , які прикладалися до полицок.

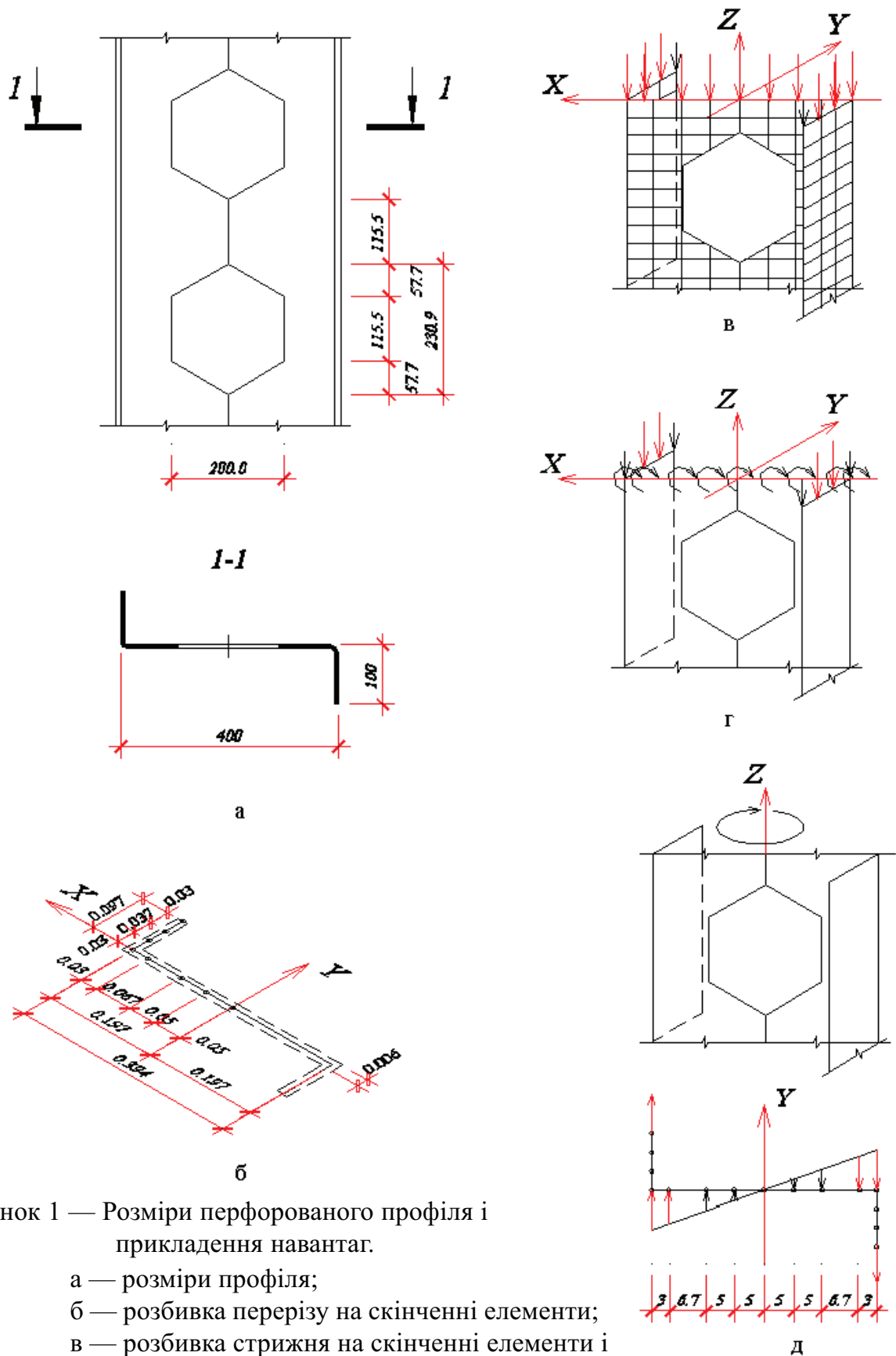


Рисунок 1 — Розміри перфорованого профіля і прикладення навантаг.

- а — розміри профіля;
- б — розбивка перерізу на скінченні елементи;
- в — розбивка стрижня на скінченні елементи і прикладення вісєвої сили;
- г — прикладення згінного моменту;
- д — прикладення крутільного моменту.

За такимож принципом до перерізу прикладався і крутильний момент. Він складався з розподіленої за законом трикутника пари, яка прикладалася до стінки, і розподіленої рівномірно пари, прикладеної до поличок.

Розрахунок стержнів методом скінченого елемента як трьохвимірної конструкції дозволив визначити їх деформації, За цими величинами, змінюючи підхід і розглядаючи стержні як звичайні лінійні елементи, які під дією одиничних узагальнених сил набувають визначених деформацій, визначалися приведені жорсткості згину і кручення  $EI_x, EI_y$  та  $GI_{кр}$ .

Застосована методика дозволила визначати для перфорованих профілів також розміри ядер перерізів. Результати розрахунків наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 — Порівняння характеристик жорсткості швелера №30 і перфорованого профілю Z40, утвореного на його основі

№ п/п	Характеристики жорсткості	Одиниця виміру	Профіль	
			Швелер №30	Z40 перфорований
1	Продольна жорсткість $EF$	$t$	85050	53529
2	Жорсткість згину $EI_x$	$тм^2$	68,670	119,590
3	Жорсткість згину $EI_y$	$тм^2$	1220,100	3659,943
4	Жорсткість кручення $GI_{кр}$	$тм^2$	1,036	2,199

В результаті розрахунків визначалися і інші геометричні характеристики перерізу, зокрема радіуси інерції. Величини жорсткості в подальшому використовуються для чисельного аналізу напружено-деформованого стану систем, які утворюються з перфорованих профілів з вихідних холодно гнутих профілів. Методика визначення характеристик жорсткості була застосована при розрахунках конструкцій різних просторових об'єктів, в тому числі ангарів для літаків [6].

#### Перелік посилань

1. ГОСТ 8283 — 83. Профили стальные гнутые С-образные равнополочные
2. ГОСТ 8881 — 80. Профили стальные гнутые С-образные неравнополочные
3. ГОСТ 8278 — 83. Швеллеры стальные гнутые равнополочные
4. ГОСТ 19771 — 93. Уголки стальные гнутые равнополочные
5. ГОСТ 19772 — 93. Уголки стальные гнутые неравнополочные
6. Оптимизация технических решений несущих и ограждающих конструкций быстровозводимых зданий ангаров и осуществление научного руководства экспериментальным строительством ангара на два самолета типа Ан-28 в аэропорту Херсон: Отчет о НИР (заключ.) / Киевский ин-т инженеров гражд. авиации. — №656-В88. — Киев, 1989. — 156 с.