

Рис.3 Розрахункова схема
“Techno-system-3s”

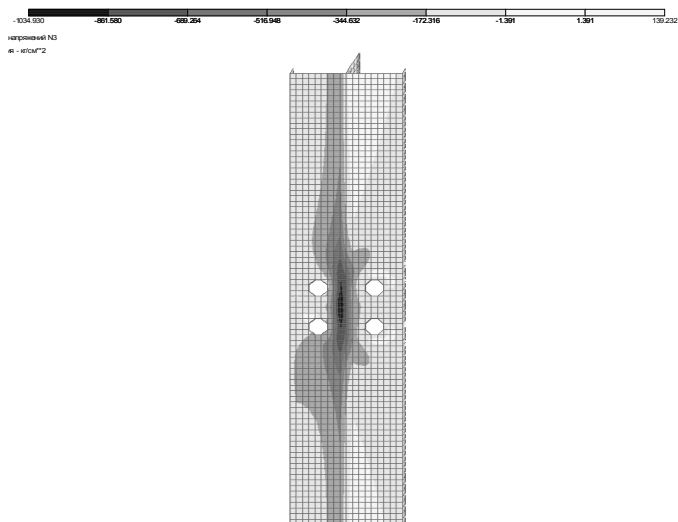


Рис.4 Поля напружень у вертикальній складовій
“Techno-system-3s”

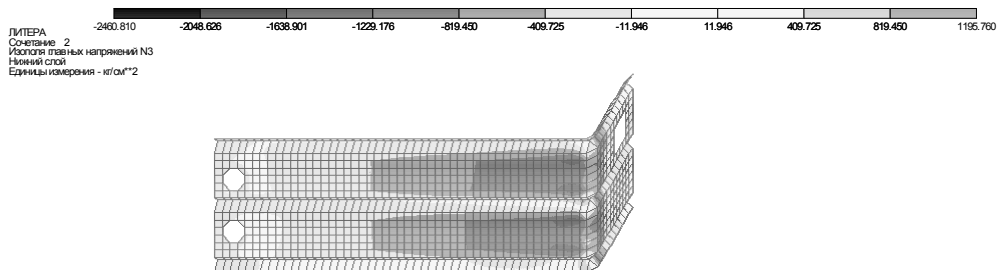


Рис.5 Поля напружень у горизонтальній складовій “Techno-system-3s”

Висновки. Результати розрахунку підтвердили можливість затосування даного конструктивного рішення в нашій країні. Було визначено допустимі величини навантаження на конструктивну схему. Відповідно дано рекомендації щодо використання їх.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором «Краспан». / Правительство Москвы. Москомархитектура. – Москва, 2001. – 80 с.

УДК. 624.073.7

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МЕТАЛЕВОЇ ОБОЛОНКИ ПОКРИТТЯ.

Циганенко Л.А., Петренко С.В.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Спортивні споруди, як правило, потребують значних площ без проміжних опор для можливості вільного планування простору під великі спортивні зали з глядацькими трибунами. Для перекриття значних

площ використовують просторові системи, для яких потрібно лише опирання на дві опори. Вибір геометрії поверхні просторового покриття проводиться з урахуванням загальних принципів: функціональних, естетичних та умов раціональної роботи конструкції. Покриття повинно поєднувати в собі якості огорожуючої конструкції та надавати архітектурну виразність будівлі. До того ж, просторове покриття повинно мати найбільш оптимальний розподіл напружень, зусиль чи моментів в її несучих елементах, та порівняно легко створюватися. Металеві оболонки з трансляційною поверхнею є одним з поширених класів будівельних конструкцій, який отримав широке розповсюдження в просторових системах. Їх створення можливо шляхом переносу несучих арок чи арокних ферм по прямолінійним напрямкам, які утворюють колони на які ті спираються.

Формулювання цілей статті. Але, при проектуванні даного класу оболонок постає ряд питань, пов'язаних з їх напружено-деформованим станом. Одним з них є: робота металевих просторових покриттів при дії симетричного та несиметричного навантаження, дослідження роботи якого приведено в даній статті.

Виклад основного матеріалу. При розробці варіанта покриття спортивного комплексу проводилася дослідницька робота просторового покриття, що входить в просторову раму будівлі і перекриває площу розміром 58x71,35м. В якості несучих конструкцій було прийнято арокні розкісні ферми прольотом 58м з опиранням на залізобетонні колони прямокутного перерізу. Висота стріли покриття складала 8,8м, самої арокної ферми 2.5 м з кроком решітки 1,5м та додатковими в'язами на опорах, рисунок 1.

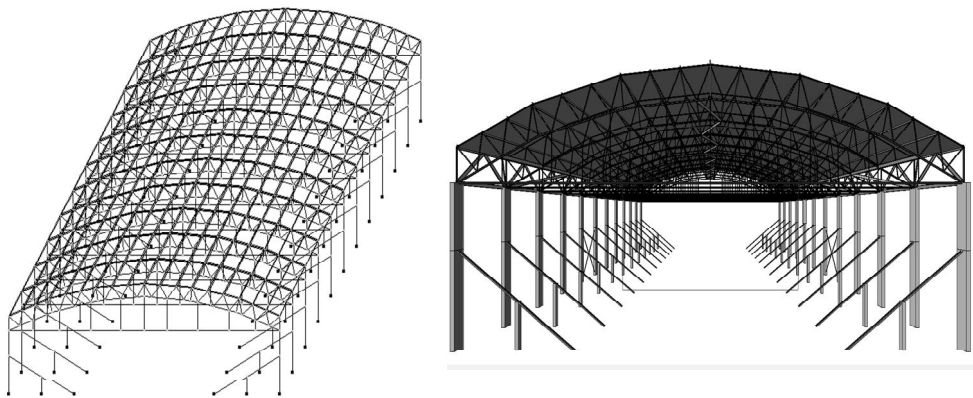


Рисунок 1.(а)- розрахункова схема просторового покриття; (б)- просторова схема просторового покриття.

Для забезпечення просторової жорсткості покриття було додатково прийнято систему в'язів вертикальних та горизонтальних по нижньому поясу ферм опорної частини та в середині прольоту. Елементи арокної ферми було попередньо прийнято з трубчастого профілю.

Просторове покриття було розраховано на програмному комплексі LIRA-9.4. Каркас змодельовано стержньовими скінченими елементами 10-го типу, покрівля прийнята двох шарова з утеплювачем та змодельована скінченими елементами 42-го типу з відповідною жорсткістю. Опирання покриття було прийнятим шарнірно нерухомим. Конструкцію було розраховано на 4 види завантаження: власна вага елементів (1й тип), снігове навантаження рівномірно розподілене по поверхні арокної ферми (2й тип), нерівномірно розподілене снігове навантаження (3й тип) та вітрове (4й тип).

В результаті розрахунку було отримано деформовану схему будівлі та епюри внутрішніх зусиль в несучих елементах розрахункової схеми просторової рами будівлі.

Розрахунок покриття на симетричне снігове навантаження показав, що арочна ферма від 4 типу навантаження отримала однохвильову деформовану схему з максимальним значенням вигину верхнього поясу 5,7мм, як це показано на рисунку 2.

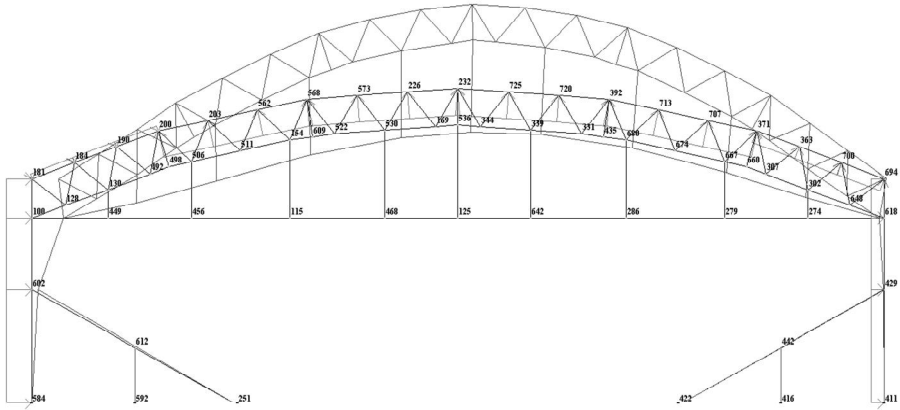


Рисунок 2. Деформована схема поперечника будівлі при вітровому (4й тип) навантаження.

Максимальне переміщення вузла №207 при 4-му типі навантаження дорівнює $f=+5,7\text{мм}$, що складає $(\frac{1}{650})L$, це задовольняє умову максимального прогину $(\frac{1}{400})L = 145\text{мм}$.

Симетричне снігове навантаження (2й тип) визначило максимальне значення прогину в середині арочної ферми, як це показано на рисунку 3 та склало $(\frac{1}{500})L f=-11,5\text{мм}$ – ферма отримала прогин поясів.

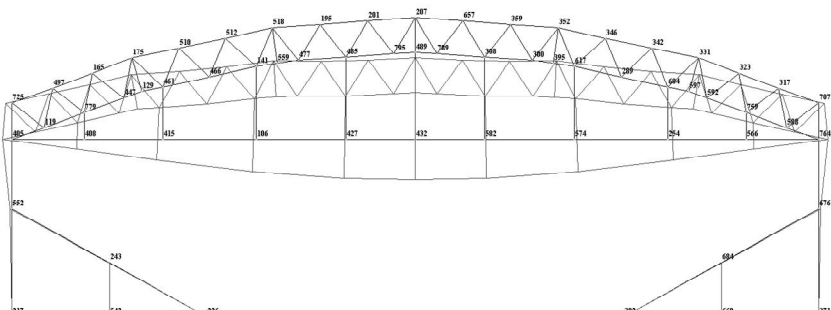


Рисунок 3 Деформована схема поперечника будівлі при 2-му типі навантаження.

Відповідно до значень розрахункових сполучень навантажень, сумарний прогин від 1-го, 2-го та 4-го типів завантаження склало $f=+9,7\text{мм}$, що складає $(\frac{1}{600})L$, це задовольняє умову максимального прогину $(\frac{1}{400})L = 145\text{мм}$.

Дослідження напруженого стану покриття показало, що елементи арочної ферми працюють зі значним запасом міцності та стійкості.

Результати сполучення зусиль для 2-го та 3-го типу завантаження показують, що верхній пояс ферми працює на стиск з максимальним значенням $N_{666}=-258,9\text{кН}$. Стійки ферм працюють на стиск- $N_{636}=-36\text{кН}$. Розкоси арочної ферми також працюють на стиск з

максимальним значенням $N_{656}=-145,074\text{кН}$. Нижній пояс працює з максимальним значенням на стиск: $N_{316}=-654\text{кН}$, рисунок 4.

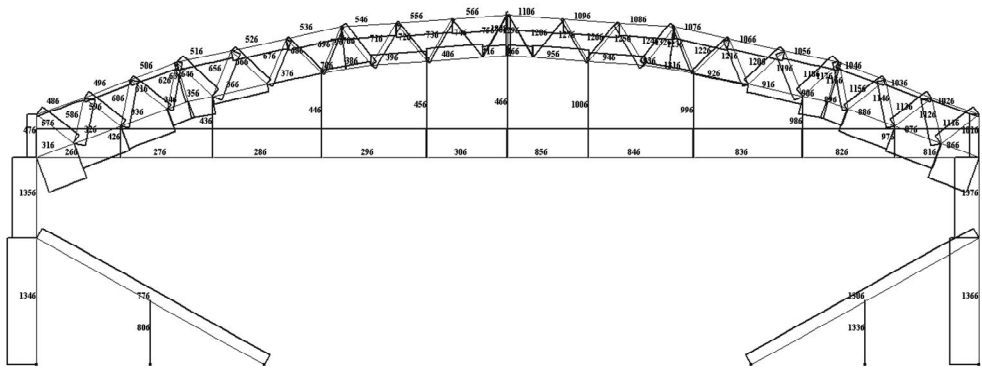


Рисунок 4. Епюри зусиль в елементах схеми при 2-му типі завантаження.

Сумарне сполучення 1-го, 2-го та 3-го типів завантаження дає менші значення зусиль в зв'язку з тим, що вітрове завантаження частково розвантажує елементи арочної покриття, що значно знижує напруження в її елементах.

Розподіл деформацій при другому варіанті навантаження має дещо інший вигляд ніж при першому, особливо від дії снігового навантаження, яке діє лише на половині металевої оболонки покриття, максимальне переміщення відбувається в вузлі №720 $f=37,3$ мм, рисунок 5. Деформації від впливу вітру та власної ваги конструкції залишаються такими самими, як і при симетричному навантаженні. Максимальне переміщення від трьох навантажень вузол №713, $f=16,6$ мм < $(\frac{1}{400})L = 145,0\text{мм}$, що задовольняє умову.

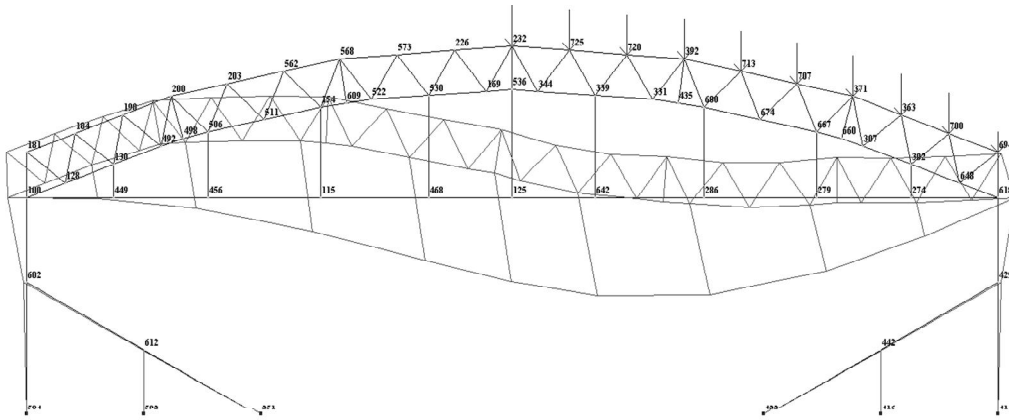


Рисунок 5. Деформована схема поперечника будівлі при 3-му типі навантаження.

Аналіз напруженого стану 4го типу завантаження показав, що в елементах арочної ферми змінився характер розподілу зусиль, рисунок 6, зусилля змінило знак на тій половині арочної ферми де присутні максимальні деформації. Але за рахунок зменшення снігового навантаження, що припадає по розподілу лише на одну половину покриття, чисельна величина їх зменшилася, рисунок 6. Верхній пояс ферми працює на стиск з максимальним значенням $N_{566}=-104,1\text{кН}$. Стійки ферм працюють на стиск – $N_{363}=-23$ кН. Розкоси арочної ферми також працюють на стиск з максимальним значенням $N_{656}=-56$ кН. Нижній пояс працює з максимальним значенням на стиск: $N_{866}=-298$ кН.

Зусилля в стержневих елементах при асиметричному навантаженні менші ніж при симетричному, тому при підрахунку необхідних перерізів стержнів використовуємо максимальні зусилля, які виникають в стержневих елементах при симетричному навантаженні.

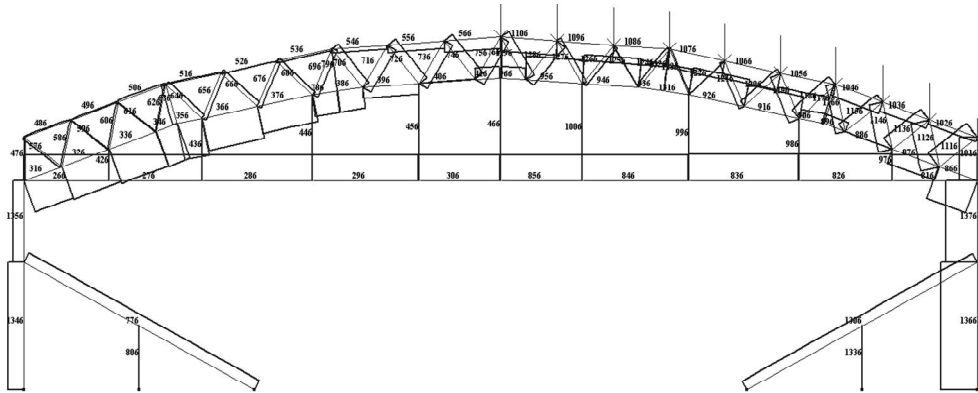


Рисунок 6. Епюри зусиль в елементах схеми при 4му типі завантаження.

Металеве покриття просторової конструкції також має свій розподіл напружень під впливом сумісної роботи з несучими елементами арочної ферми. На рисунку 7 показано епюри напружень в металевій обшивці покриття при симетричному та несиметричному сніговому навантаженні.

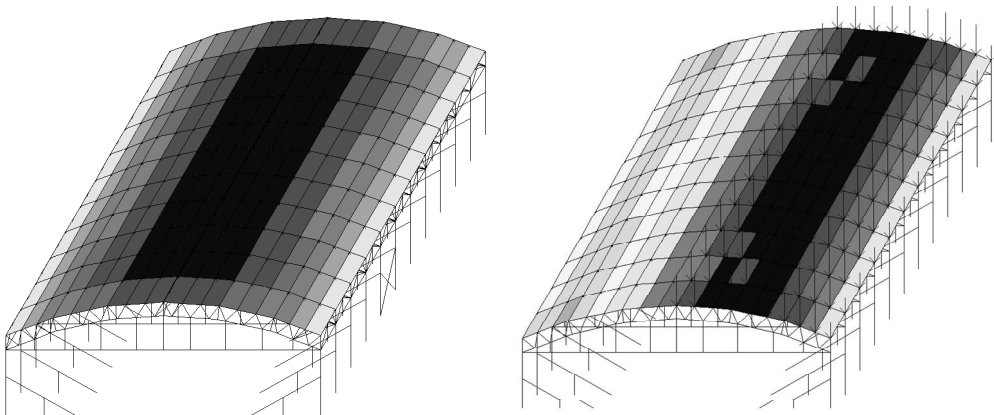


Рисунок 7. Епюри напружень в металевій обшивці покриття

Висновки. Як бачимо з проведеного аналізу, дане покриття є достатньо жорстким. Усі елементи працюють на міцність та стійкість зі значним запасом (елементи запроєктовано з мінімального профілю, що використовується при проектуванні). Запас свідчить про можливість використання цього конструктивного рішення покриття в цьому спортивному комплексі для більш значних прольотів та під більше навантаження.