

lap, torque moment, bending moment.

Дата надходження в редакцію: 15.10.14 р.
Рецензент: к.т.н., професор Шмуклер В.С.

УДК. 624.074.4

ПНЕВМАТИЧНІ СВІТЛОПРОЗОРИ ОБОЛОНКИ СИСТЕМИ TEXLON

Л. А. Циганенко
М. П. Антановська

У статті розглянуто сучасну світлопрозору систему Texlon на прикладі її використання в якості покриття аквазони торговельно-розважального центру та питання щодо розрахунку запропонованого конструктивного рішення просторового несучого каркасу покриття, до якого кріпиться система Texlon в залежності від дії зовнішнього навантаження.

Ключові слова: система Texlon, стрижневі елементи, світлопрозоре покриття, пневматична оболонка.

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Ритм життя людей сучасних великих міст змінює ставлення та вимоги населення до оточуючих будівель та споруд. Декілька років тому найбільш поширеними були окремо побудовані торговельні комплекси, спортивні будівлі та розважальні центри, які могли бути розташовані в різних місцях великих міст. Але зараз швидкий темп життя потребує від людини зменшення часу на пересування містом. Тому в наші дні великої популярності набули багатофункціональні будівлі, так звані торговельно-розважальні комплекси, які поєднують в собі цілий спектр розважально-обслуговуючих функцій: гіпермаркети, салони краси, спортивні зали, кінотеатри, аквапарки, басейни тощо.

Особливого значення таке розташування приміщень набуває в курортних містах. Створен-

ня проекту сучасного багатофункціонального торговельно-розважального центру для жителів та гостей такого міста повинно мати унікальне архітектурно-конструктивне рішення, яке буде мати естетичний вплив на людину та гармоніювати з оточуючим середовищем. Сучасний центр неможливо уявити без зони аквапарку та водного відпочинку, особливо якщо ці приміщення розташувати на останньому поверсі будівлі, що забезпечує природну інсоляцію всіх його приміщень (рис.1). Одним із шляхів реалізації цієї вимоги є використання сучасної пневматично-мембранної системи Texlon, яка поєднує в собі огорожуючі та несучі властивості. Але, на жаль, сьогодні дана система дуже мало розповсюджена на території України та практично не досліджена.



Рис. 1. Торговельний центр із світлопрозорим покриттям системи Texlon

У торговельному комплексі передбачено влаштування даного типу світлопрозорого покриття над зоною водного відпочинку у складному, індивідуально розробленому конструктивному рішенні. Система має трикутну форму з криволінійним обрисом приопорних зон, рисунок 1 (габаритні розміри конструкції – 135x124x61м). Це система з напіварок, що спираються на монолітне

перекриття останнього поверху будівлі, заповненою системою Texlon.

Мета і завдання дослідження. Існує ряд питань щодо проектування несучих елементів напіварок даної системи відповідно до вимог ДБН В.1.2.-2:2006 «Навантаження та впливи». Задача полягає в розрахунку каркасу покриття, до якого кріпляться світлопрозорі мембранні подушки, за

допомогою програмних комплексів та дослідженні роботи несучих стержневих елементів каркасної системи над аквазоною торговельного центру.

Виклад основного матеріалу. Система Texlon складається з пневматичних мембран-подушок, укладених в алюмінієві профілі і під-

тримуваних легкою несучою конструкцією. Подушки виготовлені з декількох шарів етилен-тетрафтор-етилену (ETFE), зміненого сополімеру. Щоб забезпечити теплоізоляцію та опір зовнішнім навантаженням, в подушки з EFTE полімеру під низьким тиском надходить повітря (рис.2).

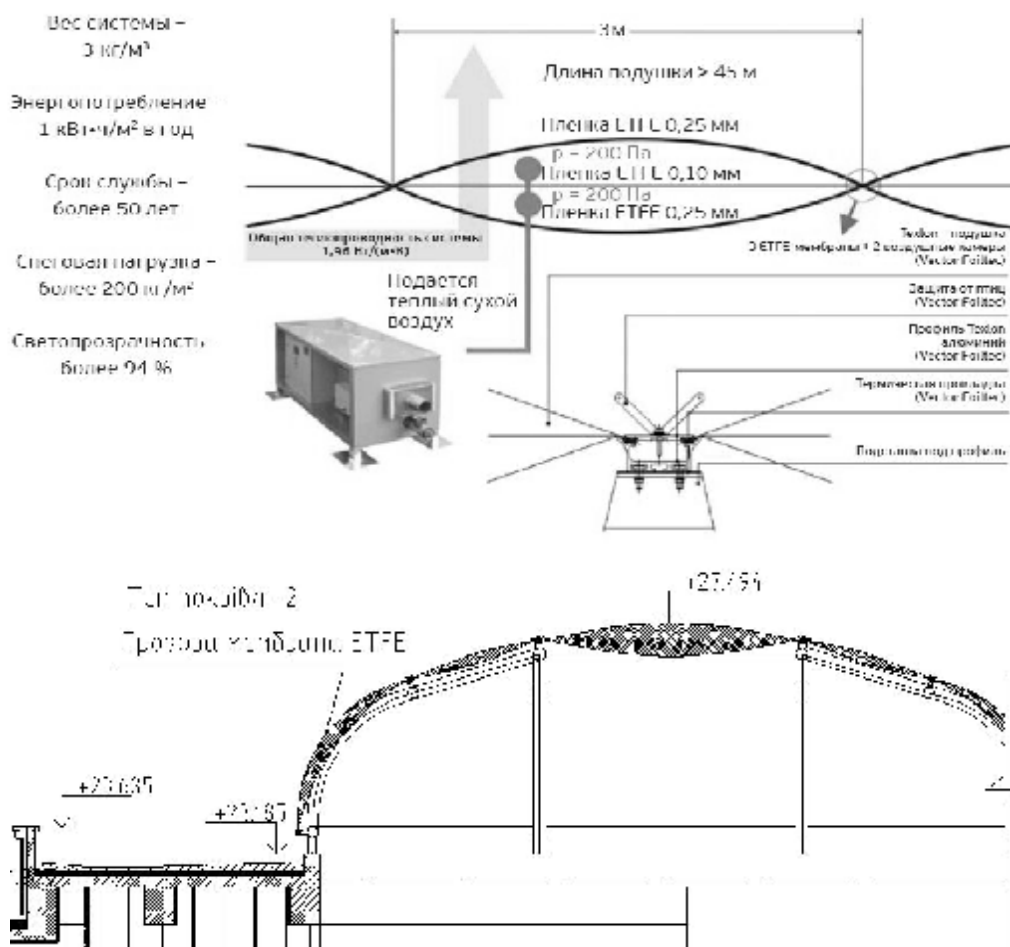


Рис. 2. Конструктивне рішення системи Texlon

Система Texlon одночасно поєднує в собі виняткову прозорість (кожен шар полімеру прозорий на 90-95%) і можливість змінного затінення - конструкційну особливість, яка дозволяє легко управляти освітленням усередині приміщення. За допомогою зміни числа шарів полімеру в елементі (зазвичай 2-3) і, відповідно, зміни кількості повітряних камер, можна регулювати ступінь теплоізоляції приміщення, змінювати кліматичні умови всередині приміщення. Texlon може поєднуватися з інтелектуальною системою корисного використання сонячної енергії Texlon Solar, що являє собою фотогальванічні елементи, які дозволяють перетворювати сонячну енергію в електричну, що скорочує енергоспоживання будівлі і не забруднює навколишнє середовище.

Дана система є самоочисною. Матеріал, з якого виготовляється полімер ETFE, має надзвичайно гладку поверхню. Через високу напруженість поверхневого матеріалу навіть агресивні промислові забруднювачі не чіпляються і не за-

тримуються на покритті, легко змиваються з нього дощем або снігом. Система Texlon не поширює полум'я по поверхні, самостійно негайно гасне, не виділяє при пожежі палаючих залишкових часток.

Технологія придатна для використання в районах підвищеної сейсмічної активності, в районах високих вітрових і снігових навантажень. EFTE полімер в елементах системи Texlon здатний деформуватися до 300-400%.

Оскільки подушки елементів системи Texlon герметичні, повітря поводить в них як флюїд, поглинаючи короткочасні навантаження, зменшуючи їх інтенсивність і зменшуючи сумарне навантаження на конструктивні елементи, що в свою чергу дозволяє отримати економічний ефект від застосування даної технології.

При проектуванні системи Texlon враховуються всі можливі навантаження, включаючи потенційне скупчення вологи, характерне для подушок в горизонтальній або близько горизон-

тальній площині. Сила напруги мембран, утворених внутрішнім тиском повітря і зовнішніми навантаженнями, визначають геометрію форми, максимальний розмір елемента, радіуси його викривлення і товщину EFTE полімера. Використання такої системи передбачено на четвертому поверсі над аквазоною торговельно-розважального центру монолітно каркасної будівлі. Форма оболонки не описується математичною формулою та подібна до елементів природи, що може забезпечити найвищі характеристики міцності даної конструкції.

Каркасна система покриття представляє собою індивідуально розроблене конструктивне рішення, що складається з напіварок різних прольотів напівпараболічного окреслення, які розташовано з кроком 3.8м.

Розрахункова схема оболонки створювалась у ПК «Lira-9.6» та визначалися зусилля в елементах конструкції. Направляючі елементи моделювалися стрижневими скінченими елементами 10-го типу з жорсткістю рівною проектній жорсткості. Пневматичні мембрани-подушки моделювалися пластинчатими елементами 41-го типу.

Таблиця 1: Жорсткості елементів

Тип жорсткості	Найменування	Параметри (перерізу-(см) жорсткість-(т,м) розп.вага-(т,м))
1	Труба 102 x 5	q=0.011956
2	Труба 180 x 5	EF=32006.5, Ely=37.7
		EIz=37.7, GIk=28.6
		Y1=2.31, Y2=2.31, Z1=2.31, Z2=2.31, RU_Y=0, RU_Z=0
		q=0.02157
3	Пластина Н 0.5	EF=57743.7, Ely=221
		EIz=221, GIk=168
		Y1=4.26, Y2=4.26, Z1=4.26, Z2=4.26, RU_Y=0, RU_Z=0
		E=150000, V=0.015, H=0.5, Ro=0.1

Загальний вигляд просторової схеми покриття, що змодельовано в ПК Лира-9.6 показано на

рисунок 3.

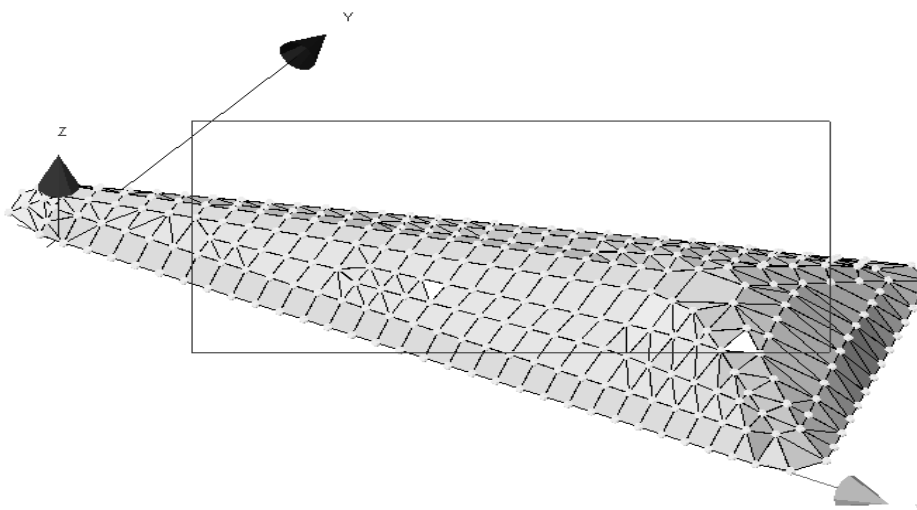


Рис. 3. Розрахункова схема конструкції у трьохмірному зображенні

Система повинна нести власну вагу, мембранні подушки з вітровим заповнюванням та вітрове навантаження згідно з ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи". Вітрове навантаження прикладалось з однієї сторони каркасної системи,

що моделювало тиск вітру найбільш невідгудної дії. Снігове навантаження на покриття не враховуємо, так як система Texlon є самоочисною.

Деформована схема показує місця, що отримали найбільші прогини.

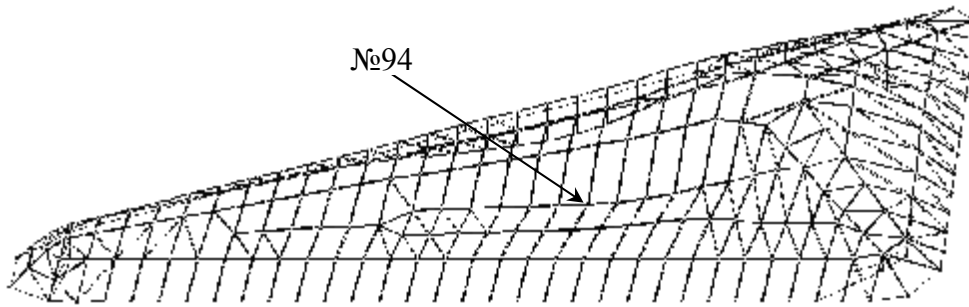


Рис. 4. Деформована схема конструкції

Як бачимо, це середня зона покриття, де арки мають максимальний проліт. Максимальний прогин отримала точка №94, рисунок 4. Порівнюємо з показником граничного прогину. Допустиме значення прогину складає:

$$[f_u] = \frac{l}{600} = \frac{125000}{600} = 208 \text{ мм} = 20.8 \text{ см} \quad (1)$$

Максимальне переміщення точки № 94 (вузол №94) становить $f_{\max}=4.3$ см.

Отже,

$$f_{\max} = 4.3 \text{ см} < [f_u] = 20.8 \text{ см} \quad (2)$$

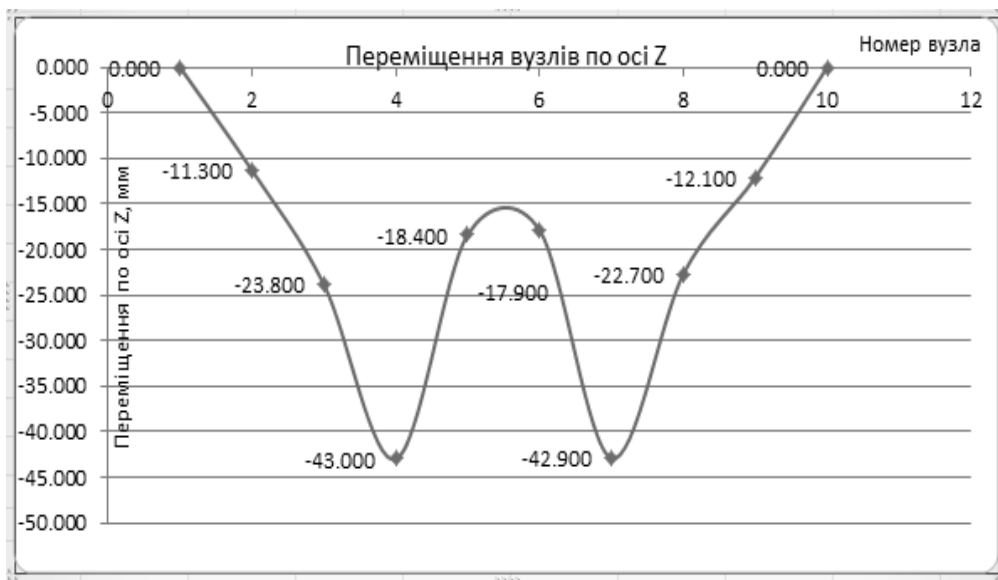


Рис. 5. Графік максимальних переміщення вузлів в арці по осі Z

Умова виконується. Таким чином, прийняте конструктивне рішення покриття відповідає вимогам жорсткості.

Аналіз напруженого стану показав, що в елементах напіварок виникають моменти згину та повздовжні зусилля, величини яких не перевищують граничних значень. До того ж, перевірені

розрахунки на міцність та стійкість елементів напіварок показали, що попередньо прийняті перерізи, а саме алюмінієві труби перерізом 102 x 5мм та 180 x 5мм, відповідають висунутим вимогам. На рисунку 6 показано епюри повздовжніх зусиль N (кН) в стрижневих елементах напіварок.

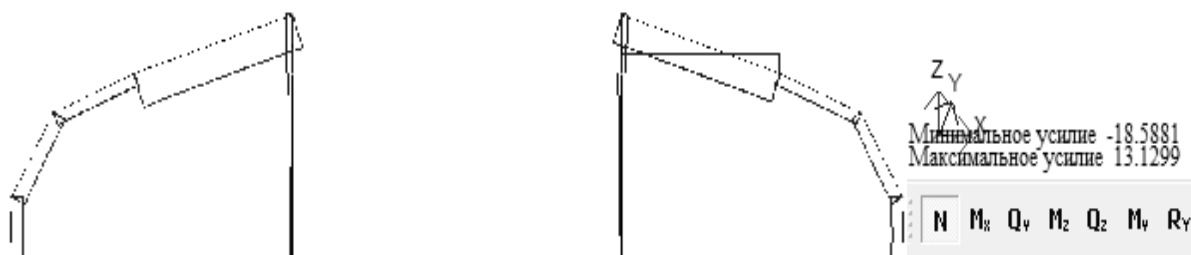


Рис. 6. Епюра повздовжніх зусиль N (кН) в стрижневих елементах

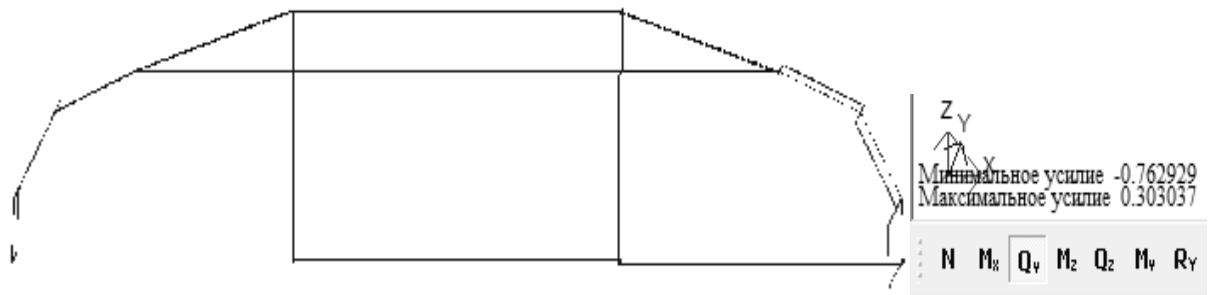


Рис.7. Епюра поперечних зусиль Q_y (кН) в стрижневих елементах

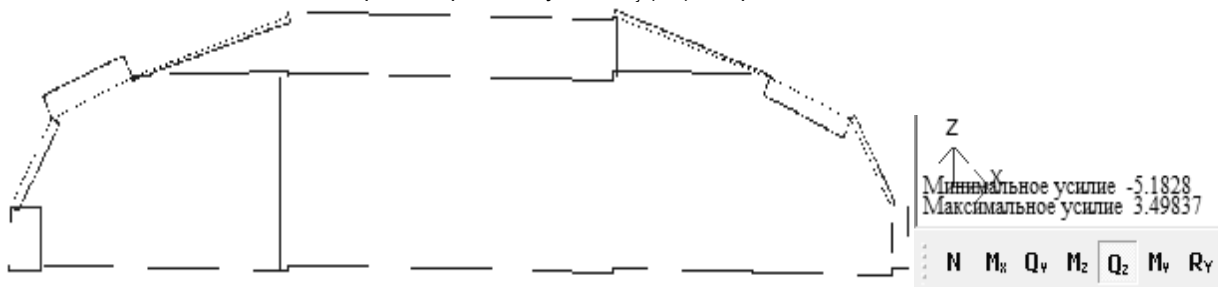


Рис.8. Епюра поперечних зусиль Q_z (кН) в стрижневих елементах

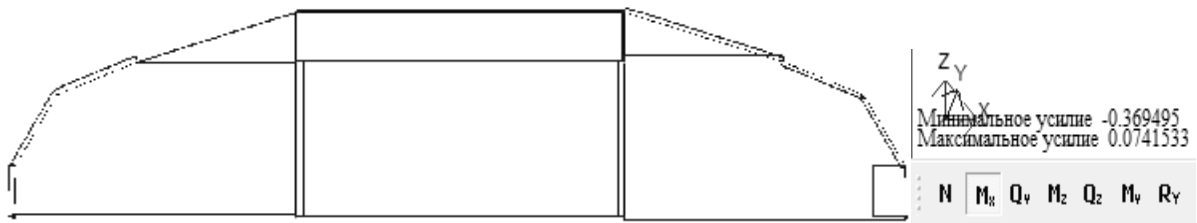


Рис. 9. Епюра крутних моментів M_x (кН*м) в стрижневих елементах напіварок

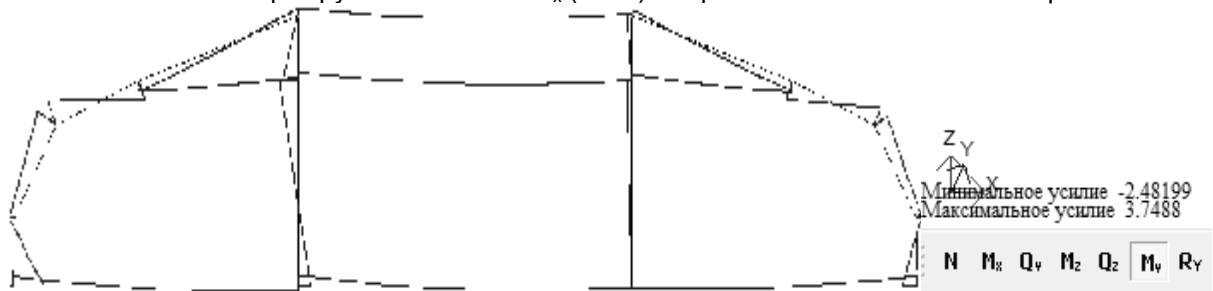


Рис. 10. Епюра згинальних моментів M_y (кН*м) в стрижневих елементах напіварок

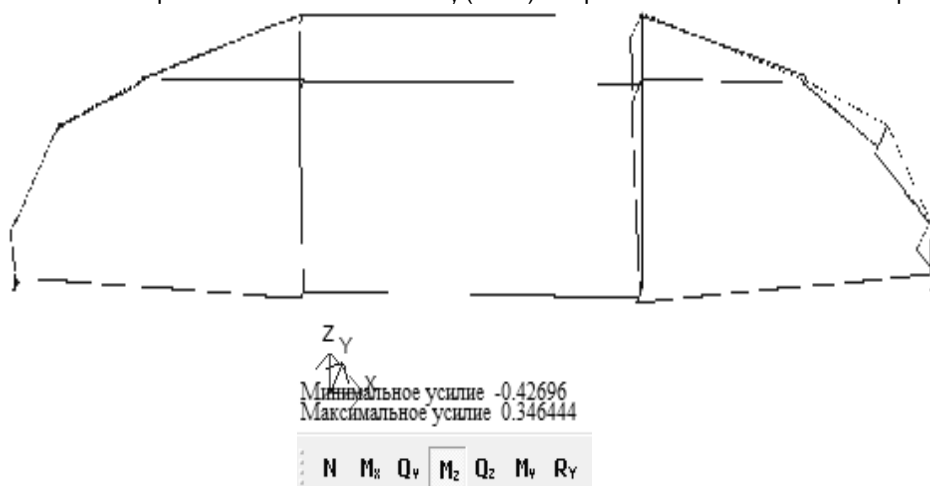


Рис. 11. Епюра згинальних моментів M_z (кН*м) в стрижневих елементах напіварок

Висновки з проведених досліджень. Запропоноване конструктивне рішення покриття над аквазоною є роботоспроможним та відповідає вимогам ДБН. Проведені дослідження роз-

рахункової схеми оболонки, створеної у ПК «Lira-9.6», показали, що індивідуально розроблене конструктивне рішення покриття, до якого кріпиться система Texlon, відповідає вимогам жор-

сткості та міцності. Використання в даній системі в якості несучих елементів алюмінієвих профілів дозволяє зменшити навантаження на монолітне покриття, до якого кріпиться система напіварок.

Список використаної літератури:

1. Vector_Foiltec [Електроннийресурс].— Режим доступу: http://www.vectorfoiltec.com/assets/downloads/RU_Vector_Foiltec.pdf
2. ZVT[Електроннийресурс].— Режим доступу: http://zvt.abok.ru/upload/pdf_articles/111.pdf
3. ДБН.1.2-2: 2006. Навантаження і впливи.
4. ДБН В.2.5-28:2006. Природне і штучне освітлення.

Цыганенко Л.А., Антановская М.П. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ ОБОЛОЧКИ СИСТЕМЫ TEXLON

В статье рассмотрена современная светопрозрачная система Texlon на примере ее использования в качестве покрытия аквазоны торгово-развлекательного центра и вопрос относительно расчета предложенного конструктивного решения пространственного несущего каркаса покрытия, к которому крепиться система Texlon в зависимости от действия внешней нагрузки.

Ключевые слова: система Texlon, стержневые элементы, светопрозрачные покрытия, пневматическая оболочка.

Tsyganenko L., Antanovska M. PNEUMATIC TRANSLUCENT TEXLON SHELL SYSTEM

In this article there is a review of the modern translucent Texlon system and the examination of this usage as the aquazone cover of shopping and leisure center and the calculation of the suggested load-bearing frame construction. Solution of the cover to which the Texlon system is attached according to applied environmental load. The arrangement of this translucent type of cover is provided under the aquazone recreational area its construction solution is individual form.

This system consists of semi-arches based on the solid floor of the overstore filled with Texlon system. Texlon system is made of pneumatic cushions membrane-enclosed in aluminum profiles and supported light supporting structure. Pillows are made of several layers of ethylene-tetra-fluoro-ethylene (ETFE), modified interpolymers. To provide thermal insulation and resistance to external stress in polymer ETFE pillow with low pressure air supplied. All possible forces including potential moisture accumulation characteristic of pillows in a horizontal or nearly horizontal plane were studied during the designing of the Texlon system. Power voltage membranes formed by internal air pressure and external loads, determine the geometry of the shape, the maximum size of the element, its curvature radii and thickness ETFE polymer.

There are some questions on the design of the load-bearing structural elements of semi-arches of this system in accordance with the building code (ДБН В.1.2-2:2006) "Loads and effects".

The main problem consists in the calculation of the design study of the roof framing to which the membrane thrust blocks are attached. And it is solved with the software package and the study of the load bearing structural bar elements of the frame system over the shopping center aquazone.

The scheme of the recover was created with PC «Lira-9.6» software package and the structural efforts were determined according to the building code (ДБН В.1.2-2:2006) "Loads and effects". The system has to bear dead load, membrane thrust blocks with wind filling and wind stress.

Our studies have shown that individually developed construction solution with Texlon system attacked measures up to the most demanding requirements of rigidity and durability.

The use of aluminum profiles in this system as a load-bearing elements allows to reduce the load on the solid cover with the system of semi-arches.

Keywords: Texlon system, rod elements, translucent coating, semi-arches.

Дата надходження в редакцію: 15.10.14 р.

Рецензент: к.т.н., професор Шмуклер В.С.