

УДК 692

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕНТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ В АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОМУ ПРОЕКТУВАННІ**

### **USE OF TENT STRUCTURES IN ARCHITECTURAL- BUILDING DESIGN**

**Самчук В.П., к.т.н., доц., Оласюк П.Я., магістр будівництва,  
(Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Samchuk V, Ph.D., associate professor, P. Olasyuk, MSc in civil  
engineering (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті проведено аналіз використання засобів естетично-виразної тентової архітектури в архітектурно-будівельному проектуванні. Тентові об'єкти стають актуальними завдяки своїй економічності та можливості створення оригінальних форм. Аналізуються особливості тентових поверхонь за різними ознаками. На прикладах архітектурної практики пропонується повніше використовувати оригінальні можливості тентової архітектури в Україні.

The article analyzes the use of aesthetic-expressive awning architecture in architectural and construction design. Tent constructions become relevant due to their cost-effectiveness and the ability to create original forms. The features of tent surfaces are analyzed on various grounds. On examples of architectural practice it is offered to make full use of the original possibilities of awning architecture in Ukraine.

The tent constructions demonstrate the possibilities of an interesting implementation of modern building solutions. Application of different forms of membrane structures allows you to create new objects with a variety of spatial parameters. The rapid development of new construction technologies and progressive materials and structures contributes to the significant expansion of tent constructions in construction.

Ukraine has sufficient opportunities for the use of tent constructions during the design of construction objects.

Ключові слова: тентова архітектура, формоутворення, ПВХ-тканина, тентові структури, класифікація тентових структур.

Keywords: tent architecture, forming of structures PVC-tent, awning structures, classification, integration.

Сучасний етап розвитку суспільства ставить нові вимоги до будівельної галузі і проектування, зокрема, яке зобов'язане на них реагувати. Архітектори змушені шукати ефективні підходи й оригінальні ідеї при розробці архітектурно-конструктивних рішень сучасних громадських і промислових об'єктів. У зв'язку з цим, актуальним на даний момент є проектування малобюджетних індустріальних споруд. Якщо економічність закладена ще в проєкті, тоді істотно підвищується шанс його реалізації.

Мембранні об'єкти є сучасним видом будівельних конструкцій. Це, певною мірою, вершина прояву оригінальних можливостей тентової архітектури [1]. Вони демонструють можливості неординарної реалізації сучасних будівельних рішень, а застосування різних форм мембранних структур дозволяє створювати нові об'єкти з різноманітними просторовими параметрами. Область застосування мембранних конструкцій обмежується лише уявою проєктанта. Вони можуть бути не тільки центром або основою, а й просто ефектним акцентом будь-якої архітектурної композиції. Для архітекторів і дизайнерів мембранні конструкції є зручним інструментом для створення естетично-привабливих композицій.

В архітектурі кінця XX ст., завдяки розвитку технологій та одночасному поєднанню металу, скла та тентових покриттів, вдалось досягнути нової якості споруд, витонченості форм їх покриття. У тентовій архітектурі, в якій часто використовується поверхні на основі природних форм, яскраво проявилася архітектурна біоніка з її переходами симетричних геометричних форм в органічні зі складними криволінійними обрисами (рис. 1).

Однією з характеристик тентових споруд є співрозмірність між термінами морального зносу споруди та фізичного старіння матеріалу. Це дозволяє вносити адекватні технологічні й економічні зміни в сучасне динамічне життя суспільства. Розробка нових видів довговічних матеріалів змінює ставлення замовників та архітекторів до такого типу покриттів. Тепер вони здебільшого розглядаються не тільки як технічні об'єкти, що використовуються обмежений час, а потім демонтуються, але й сприймаються як повноцінні споруди, яким притаманні архітектурно-художні якості та можливість

тривалої експлуатації (рис. 2). Це дозволяє розширити можливості їх використання у сучасних архітектурних ансамблях.



Рис. 1. Тентові покриття подібні до поверхонь мушель і моллюсків



Рис. 2. Готель Burj Al Arab, Дубай, ОАЕ

Використання різних видів тентових покриттів (стаціонарних, тимчасових, таких, що трансформуються) зумовлене архітектурними потребами. Щороку у світі ними перекривається площа, рівна невеликій державі.

Функціональним особливостям тентових споруд одного типу може відповідати кілька різних конструктивних схем або навпаки – одна конструктивна система може застосовуватися в будівлях з різним функціональним призначенням. Крім того, застосування тентових конструкцій дає можливість формувати нові типи об'єктів (наприклад, гігантські покриття оранжерей, ботанічних садів, тощо). Використання такого виду споруд дозволяє архітектору створювати оптимальне системно-організоване середовище будь-якого розміру – від малих архітектурних форм до масштабних комплексів.

Оригінальність архітектурного образу тентових об'єктів досягається за рахунок специфічних властивостей основного конструктивного елемента – механічно розтягнутої (напруженої) безмоментної оболонки. Стійкість геометрії забезпечує форма поверхні від'ємної гаусової кривини. Форму поверхні зумовлює геометрія опорного контуру, умови попереднього напруження та кріплення до несучих конструкцій покриття на контурі. Навіть незначна зміна цих умов веде до створення нової форми поверхні з іншими значеннями площі покриття, внутрішнього об'єму й умовами механічної роботи. Це спричиняє багатий вибір форм: конусної (купола або шатра), бочкоподібної (сідла), гіперболічної (рис. 3), значну складність визначення початкової геометрії поверхні, але при цьому і архітектурну виразність тентових споруд [2].

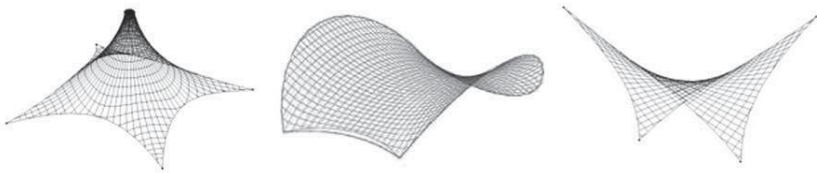


Рис. 3. Конусна, сідлоподібна та гіперболічна форми

При перекритті великих прольотів тентові оболонки, як правило, підкріплюються (стабілізуються) тросами (системою натягу).

Успішна реалізація проектів мембранних споруд вимагає дотримання правильної послідовності робіт. На першому етапі за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення

відбувається геометричне моделювання форми майбутньої оболонки. Далі визначаються навантаження та впливи на оболонку, проводиться аналіз її «життєздатності». Для визначення остаточної форми та розрахунку напружено-деформованого стану (НДС) мембрани й елементів гнучкого каркасу використовується метод скінченних елементів, що допускає отримання точного рішення в умовах великих переміщень – геометричної нелінійності конструкції. Якщо аналіз форми оболонки показав її «життєздатність», настає етап розрахунку крою. Він здійснюється з урахуванням властивостей матеріалів і їх несучої здатності в кожному з напрямків. Завершальний етап – перевірочні розрахунки, які включають повний цикл дослідження поведінки конструкції залежно від різних комбінацій зовнішніх впливів, наприклад, поривів вітру або підвищення тиску всередині оболонки для пневматичних конструкцій.

Для забезпечення умов подальшої безаварійної експлуатації споруд одним з найважливіших етапів розрахунку є аеродинамічний аналіз мембрани. Відпрацьована методика проведення чисельних досліджень дозволяє отримати загальні закономірності аеродинамічного обтікання споруди та її поведінки в повітряних потоках. Отримана інформація може бути використана для оцінки необхідної вентиляції внутрішніх об'ємів проєктованого об'єкта.

Протягом усього ХХ ст. йшов стрімкий розвиток нових технологій будівництва з використанням прогресивних матеріалів і конструкцій. Серед матеріалів, які використовуються для тентових покриттів, найбільш поширеними є:

- ПВХ (поліестер, покритий полівінілхлоридом),
- EPDM (етиленпропілендієновий сополімер),
- PTFE (скловолокно, покрите політетрафторидетиленом),
- ETFE (плівки з етилететрафторидетилена).

ПВХ-тканини і PTFE -плівки можуть бути світлоблокуючими й напівпрозорими. Можливе використання полімерних сіток різного призначення пористістю від 14% до 60%. При виготовленні ПВХ-тканини використовуються різні наповнювачі. З їх допомогою досягаються такі властивості матеріалу, як стійкість до гниття та вогнестійкість.

Тентові структури, як правило, класифікують за наступними характеристиками:

- за ступенем герметичності простору: відкриті, закриті;
- за наявністю/відсутністю каркасу: каркасні (сталь, алюміній, дерево, бетон, композит, пневмокаркас), вантові (система опор і елементів натягу), безкаркасні (повітронеповнені);
- за ступенем сезонності: літні, цілорічні;
- за ступенем мобільності: стаціонарні, трансформовані;
- за призначенням об'єктів: готелі, торгові центри, виставкові центри, сцени видовищних споруд, конгрес-холи, культові споруди, літні кінотеатри, ігрові та танцювальні майданчики, тощо;
- за характером використання: елементи фасаду будівель, архітектурні мембранні навіси, вхідні портали, архітектурні інсталяції, сонцезахисні фасадні системи, декоративне оформлення інтер'єру та ін.

З метою створення оригінального образу споруди та зниження її вартості у тентовій архітектурі зустрічаються різноманітні комбіновані варіанти, а також поєднання тенту з іншими матеріалами (скло, бетон, цегла та ін.).

**Висновок.** Високі технології сучасності дають можливість поєднувати переваги індустріальних методів будівництва з індивідуалізацією форми, відкриваючи шлях до використання тентових конструкцій. У зв'язку з цим прослідковується тенденція нового підходу до формоутворення в архітектурі. Мембранні покриття, як один із сучасних напрямків представлення нової (нелінійної) форми покрівлі, створюють нові просторові характеристики архітектурного об'єкта. Забезпечуючи широке розмаїття форм, цей вид покриття має широкі перспективи використання на рівні з іншими архітектурно-конструктивними системами.

Україна має потенційні можливості застосування тентових структур при проектуванні оригінальних об'єктів – малих архітектурних форм, швидкозбірних мобільних споруд, які легко трансформуються відповідно до зміни функціонального призначення та володіють високими естетичними перевагами.

1. Мыскина О., Казусь А. Под зонтиком. Тентовая архитектура: конструкции, форма и образ // Эволюция кровли. 2004.
2. Удлер Е. М., Тостов Е. Проектирование тентовых оболочек // CAD master. М., 2001. № 1. С. 43-47.