

УДК 624.01

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕНТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Антоненко Ігор Володимирович

ст. викладач кафедри дизайну інтер'єру і меблів

Київського національного університету технологій та дизайну

м. Київ, Україна

***Анотація:** Робота присвячена розвитку тентової архітектури. Проводиться класифікація архітектурних конструкцій з тканин з різних аспектів, розглядаються зміни за останні роки та перспективи розвитку. Пропонуються способи, як повніше використовувати можливості тентової архітектури і, зокрема, у внутрішньому просторі будівель і споруд.*

***Ключові слова:** тентова архітектура, конструкції з тканин, внутрішні простори, ПВХ-покриття, склотканина, тефлонове покриття.*

Постановка проблеми. Якщо раніше архітектурні конструкції з тканин застосовувалися виключно для виставкових цілей і в одиничних випадках для спортивних об'єктів, то тепер спектр їх застосування істотно розширився. За кордоном вже досить давно тентові споруди не розглядають як чисто технічні об'єкти (які використовуються короткий час, а потім демонтуються). Вони розглядаються, як повноцінні архітектурні споруди з довготривалою експлуатацією.

У нашій країні пік розвитку тентового будівництва припадає на середину 90-х років. У цей період, пов'язаний з розвитком торгівлі, зводиться велика кількість тентових павільйонів і критих ринків. Зокрема в Криму були побудовані десятки тентових споруд, як торгового, так і рекреаційного призначення, найбільшими з яких є КРК «Сонечко» в Євпаторії і покриття кіноконцертного залу ТОК «Судак».

Потім процес розвитку подібних споруд дещо сповільнився. Довгий час розвиток тентових конструкцій стримувався через невідповідність вітчизняних тентових матеріалів високим вимогам, які висувалися до споруд подібного типу, таким як різноманітність колірної гами, світлостійкість, міцність і довговічність [1]. Але зараз спостерігається бурхливий інтерес до архітектурних конструкцій з тканин, що обумовлений потребою сучасного суспільства в спорудах, що володіють великою просторовою свободою форм (як в екстер'єрі, так і в інтер'єрі) і, що дуже важливо, технологічно швидко зводяться [2]. Застосування принципово нових,

істотно удосконалених і різноманітних за формою і функціональним використанням просторових тентових споруд супроводжується рішенням різних творчих проблем, пов'язаних з незвичайною формою. А функція і об'ємно-просторова композиція багато в чому забезпечуються обраною конструктивною системою. Тентові споруди дуже перспективні. Вони утворюють простори, звільнені від громіздких внутрішніх структур. Свобода простору визначає гнучкість і багатофункціональність його використання, високий ступінь пристосування і в підсумку довговічність простору і споруди [2].

Аналіз досліджень і публікацій. Досвід проектування і будівництва, основні сфери використання тентових споруд в Радянському Союзі (з частковим урахуванням зарубіжної практики) в 1960-1980-х рр. аналізувався в публікаціях Ю.І. Блінова. Основна увага приділялася технічним параметрам споруд та їх індустріального виробництва. Архітектурно-конструктивні рішення тентових покриттів розглядалися в публікаціях Т.М. Димкової, Л.С. Іванової, І.Х. Міфтахутдінова, В.А. Сладкова, Е. М. Удлер, Р.Т. Хана, В.Г. Штолько та ін. На відміну від зарубіжних авторів, які останнім часом публікують багато статей по темі тентової архітектури, в сучасній українській науковій літературі оцінка і класифікація тентових об'єктів практично не зустрічається.

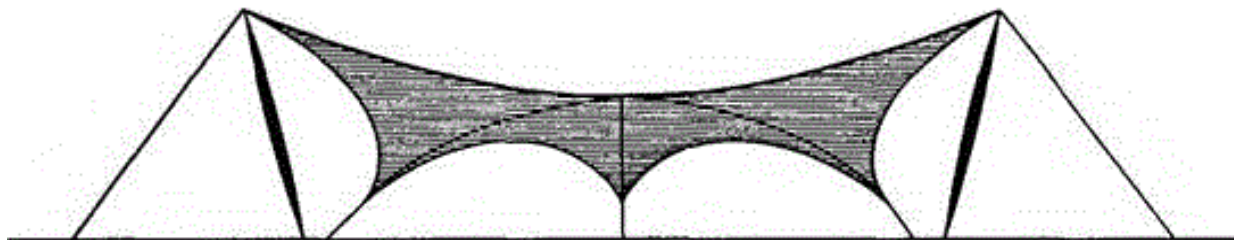
Завдання дослідження: на основі аналізу досягнень і світового досвіду дослідження архітектурних конструкцій з тканин сфокусувати увагу вітчизняних фахівців в області дизайну і архітектури на найсучаснішому напрямку пошуку нестандартних форм, які кожен раз створюють відповідно нові простори (як внутрішні, так і зовнішні), забезпечуючи при цьому гнучку функціональність і необхідний комфорт.

Виклад основного матеріалу дослідження. Архітектурні конструкції з тканин зазнали швидкий розвиток з початку 1970-х років, і зараз можуть вважатися об'єктами будівельної техніки, що досягли повного розвитку. Завдяки удосконаленням в області матеріалів, методів аналізу конструкцій і врахування зовнішніх впливів, ці конструкції вважаються постійними будівлями. Конструкції з тканин з унікальними властивостями, які роблять їх корисними при певних умовах, являють собою важливу альтернативу звичайним спорудам.

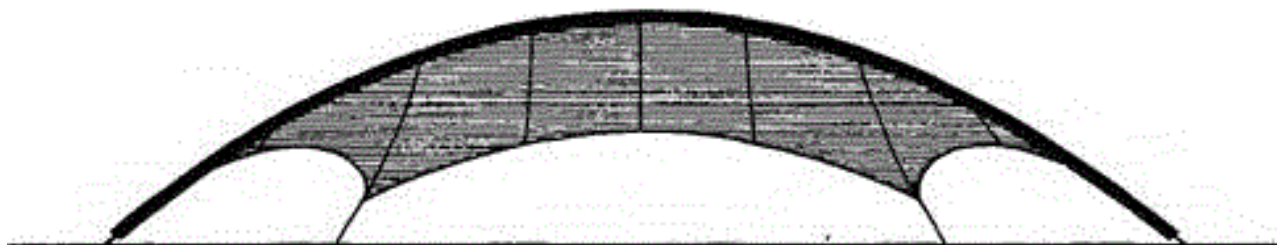
Конструкції з тканин ненадувні (непневматичного типу) поділяються на дві категорії. Перша з них представлена конструкціями, що мають оболонку з тканини на жорсткому опорному каркасі, зазвичай металевому. Іншу складають самопідтримуючі оболонки, натяг яких створюється за допомогою опорних елементів зі сталі або бетону. Конструкції на жорсткому каркасі зазвичай утворюють пірамідальні або подовжені форми з повторюваною геометрією, що нагадують ангари або склепінчастий напівциліндр. Самопідтримуючі конструкції засновані на поздовжньо-поперечних вигинах, що забезпечують необхідний розподіл натягу, і зазвичай утворюють сідлоподібні, конічні і гіперболоїдні (стійкі проти складання) форми. Конструкція, яка створює і підтримує натяг оболонки, може складатися з тросів і щогл (жердин), кільця

ущільнювача, системи розтяжок або розтягнутих і закріплених кромок конструкції. Ці пристрої створюють попередній натяг оболонки, достатній для підтримання її в постійно натягнутому вигляді. Будь-які стискуючі навантаження на оболонку будуть врівноважуватися або в значній мірі послаблюватися за рахунок попереднього напруження конструкції.

1.



2.



3.



Рис.1 Система шатрів. 1. Опорні вершини розташовуються з зовнішньої сторони будівлі, на периферії. 2. Вершина споруди формується всередині, уздовж осі будівлі за допомогою одиночної арки. 3. Вершина також формується всередині будівлі, проте спосіб її конструювання ускладнюється. Це може бути і арка, і звичайний стислий пілон. [4]



Рис. 2 Приклад тентової системи з опертям на зовнішні стійки. Проста багатоскатна поверхня на шести опорах з двома стабілізуючими вантами. [4]



Рис. 3 Приклад тентової системи з опертям на внутрішні стійки. [4]



Рис. 4 Приклад тентової системи з двома арочними опорами у вигляді високої домінанти і загальними точками основи (втягнуті арочні основи). [4]

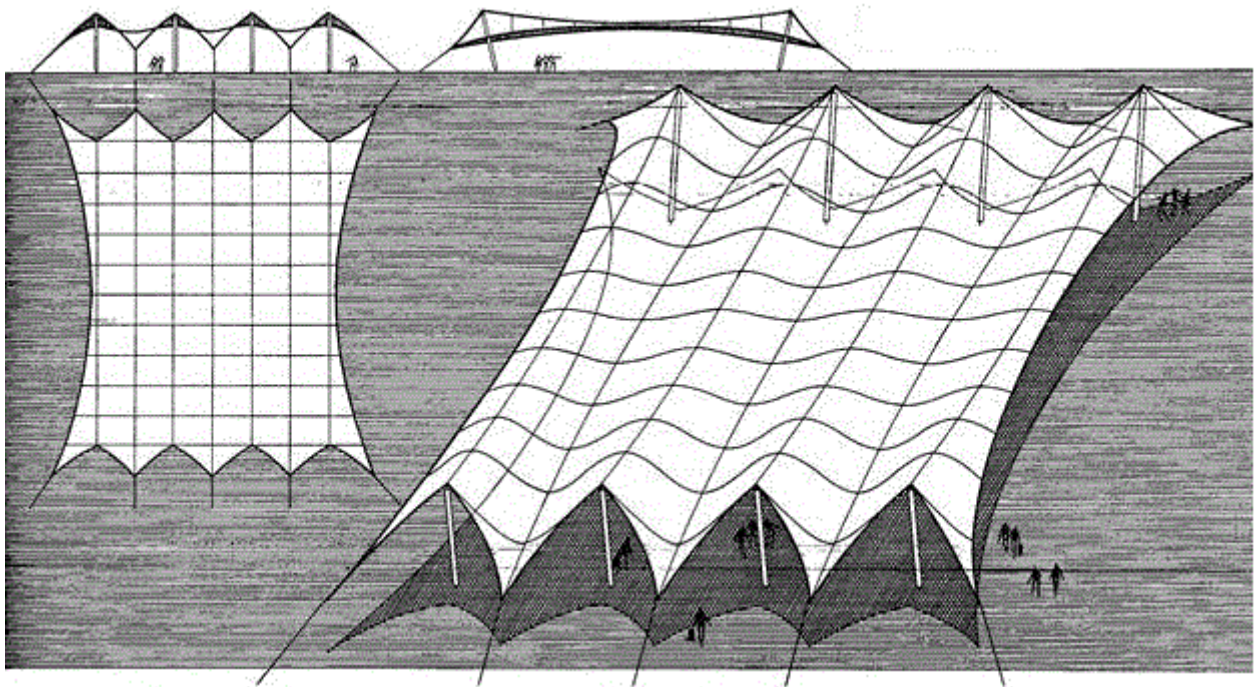


Рис. 5 Приклад хвилястих тентових систем. Системи з паралельним розташуванням точок опор і відтяжок, що чергуються. [4]

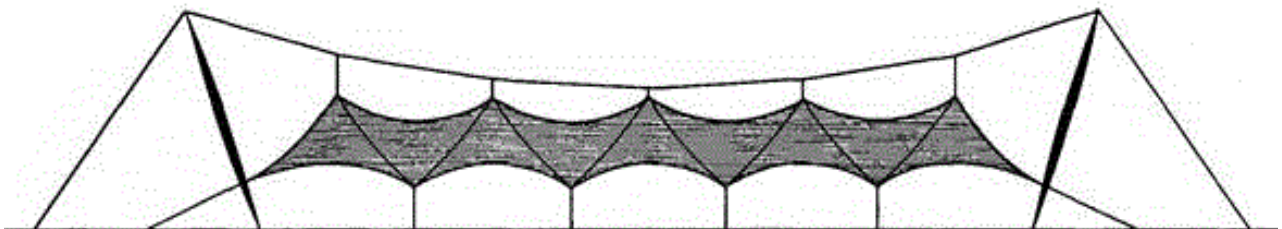


Рис.6 Зовнішня конструкція опор з несучою вантою для підвішування декількох вершин між зовнішніми опорами. [4]

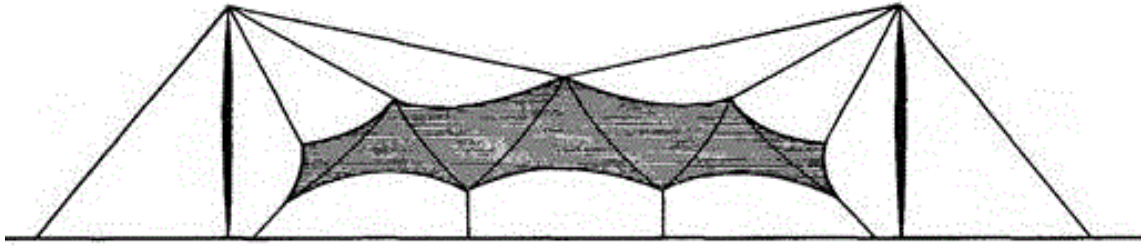


Рис.7 Зовнішня конструкція опор з внутрішніми відтягненнями для формування вершин. [4]

Матеріали. Передбачуваний термін служби конструкції є важливим фактором для вибору проектних рішень, особливостей виготовлення і вартості архітектурної конструкції з тканин. Термін служби найбільше залежить від вибору тканини для оболонки. Тканина є неоднорідним в різних напрямках матеріалом і має різну міцність і еластичність в усіх напрямках прикладання навантаження. Для напружених конструкцій кращими є матеріали, що володіють малою повзучістю, так як попереднє напруження може бути втрачено, якщо тканина розтягується або деформується. Якщо використовуються матеріали з середньою або високою повзучістю, повинні бути передбачені пристрої повторного натягу. У загальному випадку матеріали, що використовуються для оболонки, є композити, які складаються з тканинної основи з нанесеним на неї покриттям.

Оболонка є основним компонентом самопідтримуючих або напружених конструкцій з тканини. Два види матеріалів широко використовують для оболонок - матеріали з ПВХ-покриттям і склотканина з фторовуглецевим (тефлоновим) покриттям. Складний поліефір з ПВХ-покриттям представляє собою композитний матеріал, що складається з поліефірної тканини з двостороннім вініловим покриттям. Це недорогий, міцний, напівпрозорий матеріал, що легко обробляється, але він має обмежений термін служби і обмежено вогнестійкий. З цих причин він використовується тільки для тимчасових конструкцій. Склотканина з тефлоновим покриттям визначається як негорючий матеріал. Крім переваги в протипожежному відношенні це дуже довговічний, напівпрозорий матеріал, що самоочищається, придатний для більшості довгострокових установок. Дослідження в області тканин тривають, і нова продукція, як наприклад склотканина з силіконовим покриттям може бути запропонована для поліпшення і розширення діапазону характеристик матеріалів.

У таблицю №1 зведені порівняльні характеристики матеріалів за версією американського інституту архітекторів. 1) Відносне порівняння засноване на 5-бальною шкалою оцінок. Оцінки передбачають спільне відносне порівняння перерахованих матеріалів. 2) При оцінці вартості найменш дорогий матеріал має найбільш високу оцінку. 3) Всі перераховані матеріали є композитами. Міцність матеріалу забезпечується сітчастою або тканинною основою, яка герметизована і захищена покриттям або плівкою. 4) Пластик, ПВХ та

поліефірні матеріали схильні до деградації під дією УФ-випромінювання, в той час як склотканини і скловолоконні сітки деградують при тривалому контакті з вологою [3, с.657].

Таблиця №1

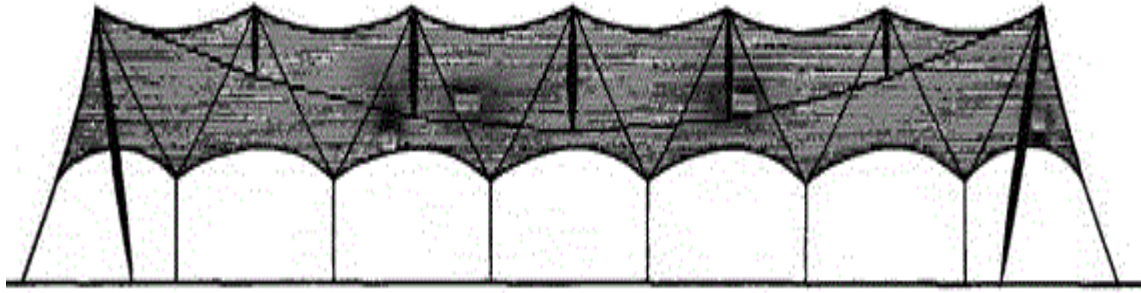
Тип тканини	Міцність	Стабільність розмірів	Вогнестійкість	Довговічність	Стійкість до забруднення	Прозорість	Вартість	Типове використання	Термін служби	Зауваження
Складний поліефір з ПВХ-покриттям	5	3	3	3	3	2	4	тимчасове, довгострокове	3-15 років	Великий вибір продукції. Зовнішнє покриття, необхідне для забезпечення довговічності, може покращити зовнішній вигляд і підвищити стійкість до УФ-випромінювання і вогнестійкість
Багатошаровий ПВХ-поліефірний матеріал з сітчастою основою	2	2	2	1	1	2	5	тимчасове	1 рік	Застосування в архітектурі обмежене
Склотканина з ПВХ-покриттям	4	4	4	3	3	2	3	від тимчасового до постійного	5-15 років	Є в обмежених кількостях, може виготовлятися на замовлення
Кевлар з ПВХ-покриттям	5	3	3	3	2	2	2	довгострокове	5-10 років	Кевлар має високу міцність і довговічність, але чутливий до УФ-випромінювання; зшивається зазвичай вручну
Склотканина з тефлоновим покриттям	4	5	5	5	5	4	1	постійне	25 років і більше	Самий довговічний матеріал; в даний час зареєстрований термін служби 25 років
Склотканина з силіконовим покриттям	3	5	5	4	2	5	2	від довготривалого до постійного	20 років	Виявилася низька міцність швів
Багатошаровий матеріал на основі склотканини з тефлоновим покриттям	3	5	5	5	4	5	1	від довготривалого до постійного	20 років	Відносно новий матеріал

Кріплення архітектурних конструкцій з тканин. Двома основними способами кріплення тканинної оболонки до анкерних пристроїв є кріплення за допомогою керамічного троса або за допомогою затискачів. Якщо потрібно більш щільне з'єднання між тканиною і конструкцією будівлі (наприклад, дахи, влаштування верхнього світла, надувні споруди), використовується затискна система, в якій кромка тканини поміщається між затискними брусками або пластинами, які кріпляться болтами до базової конструкції. Деякі конструкції з оболонкою використовують обидва способи кріплення. Надувні споруди іноді мають манжету і кабелі з панеллю, що закриває тканину і виходить за межі кабелю.

Натяжні конструкції зазвичай виготовляються на замовлення, при цьому анкерні і сполучні пристрої також робляться на замовлення. Однак основні виробни, такі як затискні пристрої, стали більш стандартизованими. Деякі матеріали каркаса і з'єднувальних пристроїв були запозичені з інших галузей промисловості, наприклад просторові каркаси і морське оснащення. При визначенні відповідної естетики конструкції враховуються такі аспекти: 1) Натяжні конструкції є гнучкими, і їх елементи повинні бути розраховані на прогин під навантаженням; 2) Натяжні конструкції мають вагу в багато разів меншу, ніж інші будівлі, і більшість використовуваних матеріалів напівпрозорі; 3) бічні сили в натяжних конструкціях відіграють більшу роль, ніж в звичайних будівельних конструкціях; 4) Слід переконатися, що фізичне розкладання вектора сили (кута спрямованості і величини) на кожному елементі є точними. 5) Деталі, специфікації матеріалів і сили реакції, що діють на зв'язані елементи конструкції, повинні бути розроблені при консультації з інженером або представником фірми-розробника або фірми-виробника, здатних проектувати такі конструкції.

Проектування. В останні роки будівельне проектування конструкцій з тканини вдосконалювалося завдяки широкому використанню обчислювальної техніки. Першим етапом процесу проектування з використанням комп'ютерного моделювання є визначення прийнятної геометрії поверхні оболонки. Потім розробляється сіточна модель оболонки. Ця графічна модель піддається попередньої напрузі. Аналізується реакція оболонки інтервальним методом, або методом повторень. На моделі перевіряються реальні навантаження (вітрова, навантаження при дощі та снігопаді), і розраховуються напруги з метою вибору тканини і конструкції опор і підстави.

1.



2.

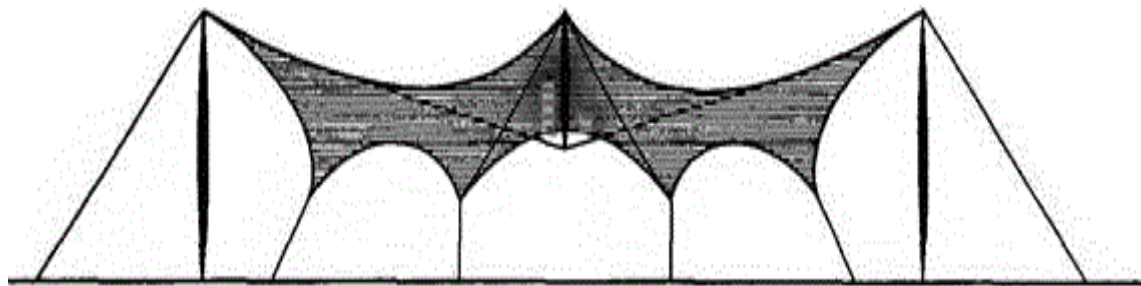


Рис. 8 Для формування і натягу тентової мембрани як правило використовують вантові системи з шпренгелів. 1. Опори з несучою вантою і шпренгелями для підтримування розташованих усередині вершин. 2. Опори з несучою вантою і одним шпренгелем, для формування додаткової вершини в центрі системи з периферійними вершинами. [4]

Застосування. Застосування конструкцій з тканини включають нетривалі і тимчасові каркасно-тканинні конструкції, які використовуються в сільському господарстві для спорудження теплиць, оранжерей і сховищ. Покращені матеріали дозволили використовувати ці конструкції для споруд з обробки сміття та відходів, тенісних кортів і плавальних басейнів. Більш досконалі конструкції зі складною геометрією служать для влаштування на відкритому повітрі концертних і спортивних залів і атриумів (критих приміщень у внутрішньому дворі). Але також і для більших споруд, таких як адміністративні будівлі, медичні установи, торговельні ряди і аеропорти. Конструкції з тканини не замінюють традиційні споруди, але їх унікальні якості дозволяють їм дуже ефективно виконувати певні функції будівель. Із застосуванням еластичних мембран поверхня даху візуально одночасно сприймається обробкою і частиною архітектури. Форма даху в цьому випадку є невід'ємною частиною архітектурного стилю. Саме тому якість її поверхні, здатність до самоочищення, несприйнятливості до забруднення і впливу факторів навколишнього середовища, а також процес зношування з плином часу - є суттєвими факторами при виборі архітектурних рішень для конкретного будинку чи споруди. Еластичні мембрани забезпечують відмінний зовнішній вигляд поверхонь навіть після тривалої

експлуатації. Загалом, потреба в спеціальних характеристиках, таких як великі прольоти або природне освітлення, сприяють широкому застосуванню подібних конструкцій.

Врахування зовнішніх умов. При певних умовах конструкції з тканини можуть знизити енергоспоживання в будівлі. Природне світло, що проникає через напівпрозору оболонку, знижує потребу в штучному освітленні. Здатність оболонки відбивати світло знижує коефіцієнт теплопередачі, а випромінювання надлишкового тепла нагрітої поверхнею тканини у відкритий простір дозволяє спорудити ефективно в енергетичному відношенні приміщення в теплих кліматичних умовах. У холодному кліматі зазвичай використовується друга оболонка або шар підкладки, часто з ізоляцією внутрішнього простору зі скловолокна для додаткового зниження втрат тепла. У багатьох випадках ці конструкції можуть не поступатися по енергетичній ефективності традиційним будівлям [3, с.657].

Внутрішній простір. Формоутворення у внутрішньому просторі фактично не має обмежень. Оформлення інтер'єру тканинною розтяжкою незвичайної форми доцільно тоді, коли крім декоративного завдання стоять цілі захистити внутрішній об'єм приміщення від зайвої інсоляції і прямих сонячних променів, задрапірувати відкриті знизу інженерні системи покрівлі, знизити шумові реверберації всередині приміщення, створити м'яке розсіяне освітлення і т. п. Крім цього, коли необхідно вирішити спеціальні завдання, такі як повне або часткове рівномірне затемнення простору, видалення з приміщення неприємного запаху, освіження повітря, і навіть антисептичні завдання, наприклад застосування в медичних установах драпірувальних тканин з додаванням срібла, іони якого вбивають бактерії. Найбільш часто конструкції з тканин застосовуються в інтер'єрах великих залів ресторанів і кафе; в фойє і сходових колодязях; в спортивних залах і басейнах. Їх також використовують як ліхтарі скління покрівлі і зимових садів. Також ці конструкції підходять для внутрішніх обсягів торговельних, концертних і театральних залів, для сцени і виставкових стендів, для вітрин магазинів. До додаткових виразних засобів конструкцій з тканин можна віднести нанесення орнаменту, інкрустацію; декоративне оформлення кутових пластин. Існують і готові рішення елементів оформлення інтер'єру, це гіпари, кутові світильники, стельові світильники, зворотні парасолі і парасолькові конструкції.

Класифікація. Загальноприйнятою класифікації архітектурних конструкцій з тканин не існує, тому розглядається одна з версій. Зрозуміло, в практиці зустрічаються і різні комбінації запропонованої класифікації, а також гармонійна інтеграція тканини з іншими матеріалами (скло, бетон, цегла та ін.) З метою створення оригінального образу споруди і одночасно зниження його вартості [5].

За ступенем герметичності	відкриті	
	відкриті	
За наявності / відсутності каркаса	каркасні	сталь, алюміній, дерево, бетон, композит, пневмо-каркас
	вантові	система опор і елементів натягу
	безкаркасні	повітрянаповнені
За ступенем сезонності	літні	
	цілорічні	
За ступенем мобільності	стаціонарні	
	трансформовані	
	мобільні	
За габаритними розмірами	великі тентові структури	готелі, торгові центри, виставкові центри, сцени видовищних споруд, культові споруди, цирку-шапіто, літні кінотеатри, ігрові та танцмайданчики, повітряноопорні споруди, укриття трибун спортивних споруд, хокейні та тенісні корти, автозаправні станції, термінали вокзалів і аеропортів, склади для зберігання матеріалів і техніки, ангари для розміщення технологічного обладнання, резервуари для зберігання води, водоочисні споруди, корівники (свинарники, телятники і ін.)
	середні тентові структури	павільйони, намети, кафе, навіси та ін.
	легкі тентові структури	Текстильні фасади, сонцезахист фасадних конструкцій (жалюзі, маркізи), елементи інтер'єру (натяжні стелі, перегородки, меблі і ін.)

Перспектива розвитку. На наступному етапі розвитку тентової архітектури буде впроваджуватися більше функціональних можливостей в облицювання, тобто в структуру корпусу самої будівлі, а не тільки застосування в якості покрівлі. Переваги гнучких корпусів будівель з низькою питомою масою можуть додатково використовуватися в районах з високою

сейсмічною активністю. При включенні фотогальванічних плівок в композитні мембрани поверхні корпусів будівель можуть служити джерелами енергії. Існують потенційні можливості для застосування розгорнутих мембран. В даний час існують матеріали, які пропускають світло і в той же час володіють теплоізоляційними властивостями. До недавніх розробок відносяться такі мембрани, як «SHEERFILL» з покриттям «EverClean», які сприяють очищенню повітря від забруднюючих речовин[6].

Висновки. У світовій практиці спектр застосування архітектурних конструкцій з тканин істотно розширився, завдяки зростанню якості застосовуваних матеріалів (як покриттів, так і несучих каркасів). Крім цього стає можливим рішення таких актуальних завдань, як альтернативні джерела енергії, енергозбереження та очищення повітря приміщень від забруднюючих речовин. Але тема використання архітектурних конструкцій з тканин в Україні ще недостатньо розроблена. Тенденція уповільнення в розвитку тентового будівництва повинна бути усунена, необхідно переглянути ставлення до подібних споруд з урахуванням місцевих умов, ці конструкції повинні впроваджуватися в архітектуру і дизайн України, легкі й витончені форми з тканин повинні знову прикрасити наші будинки і інтер'єри.

Література:

1. Хайруллин А. А. Лёгкие тентовые конструкции в организации городской среды / Дизайн-ревью. М., 1999. №2
2. Мыскина О.В., Казусь И.А. Под зонтиком. Тентовая архитектура: конструкции, форма, образ / Эволюция кровли. М., 2004. №3. – Режим доступа: <http://www.krovli-russia.ru/index.php?page=cls&hid=113&pid=817>
3. Рамсей Ч. Дж., Слипел Г. Р. Архитектурные графические стандарты. / Пер. с англ. – М., Архитектура-С. 2008. 1088 С.
4. Волнистые тенты / Шатры / Классификация / Понятия и определения / Лекция № 9. Тентовые несущие конструкции. – Режим доступа: http://studopedia.su/1_17757_volnistie-tenti.html
5. Скопенко В.А. Тентовая архитектура вчера, сегодня, завтра. /Академический вестник УралНИИпроект РААСН. Екатеринбург, 2009. No 2. С. 30-34
6. Архитектурные ткани: настоящее и будущее. Интервью с Дэвидом Кэмпбеллом, руководителем компании Geiger Gossen Hamilton Campbell Engineers PC. Режим доступа: <http://library.stroit.ru/articles/archtext/index.html>