

¹Зиміна С. Б.,²Васильєв М.Б.

¹Науковий керівник професор кафедри Основ архітектури та архітектурного проектування
Київський національний університет будівництва та архітектури

e-mail: svetlanabzymina@gmail.com

orcid.org/0000-0003-1847-2869

²Студент кафедри Основ архітектури та архітектурного проектування
Київський національний університет будівництва та архітектури

e-mail: vmarkb@gmail.com

orcid.org/0000-0002-1386-1171

РОЛЬ ТКАНИНИ У ФОРМУВАННІ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МЕТОДІВ АРХІТЕКТУРНОГО КОНСТРУЮВАННЯ

© Зиміна С. Б., Васильєв М. Б., 2022

<https://doi.org/10.32347/2519-8661.2022.24-25.37-45>

Анотація. У статті розглянуто роль тканини у формування альтернативних методів архітектурного конструювання. Визначено основні тенденції сучасної архітектури та передові текстильні матеріали. Розглянуто генезис та визначено періодизацію використання текстильного матеріалу в архітектурі. Було виявлено основні конструктивні схеми, методи застосування, проаналізовано та складено класифікацію тканинних матеріалів. На основі аналізу досвіду експлуатації тканинної архітектури та її вивчення, у статті наведено позитивні та негативні властивості матеріалів та їх відповідність сучасним вимогам і тенденціям при використанні їх в архітектурі.

В результаті цього дослідження було виявлено та вивчено передові технології формування простору за допомогою тканини та мембранних фасадів. Були розглянуті новітні технології інсоляції приміщень та штучного регулювання температури.

Ключові слова. Передові текстильні матеріали, періодизація, класифікація, мембрана, мобільність.

Актуальність. При сучасному дефіциті енергії, кризі сировини та зростанні чисельності населення, потрібен пошук нових методів будівництва [1]. У цьому контексті тканинна архітектура стане більш актуальною за рахунок своєї мобільності, низької вартості, можливості вироблення альтернативної енергії, а також її екологічних можливостей.

Важливість цього дослідження підтверджено тим фактором, що зараз у світі відбувається перехід від важко-транспортабельних, дорогих матеріалів, до мобільніших, дешевших та екологічно чистіших. Ця стаття допоможе у пошуку нових та доступних матеріалів та використання їх у сучасній архітектурі.

Оцінка тканинної архітектури.

Преваги тканинної архітектури полягають в ймовірності використання різних експериментальних форм; можливості природного освітлення крізь матеріал; зниженні експлуатаційних витрат; швидкого монтажу конструкції; нижчої вартості проекту та

експлуатаційних витрат; високої міцності та малої ваги тканини; мінімальних витратних ресурсів на спорудження конструкцій.

Недоліки тканинної архітектури. Невелика жорсткість матеріалу або відсутність її, що негативно впливає на стійкість до природних катаклізмів; вона сильно страждає від тертя та ультрафіолетових променів; для неї потрібен значний фундамент і міцні кріплення, щоб вітер не піднімав навіс; не вигідно використовувати натяжні конструкції для невеликих споруд, так як у будівництві буде задіяна велика фаза перевірок і розрахунків, що згодом вимагатиме вводити додаткові ресурси, що в свою чергу підвищує вартість об'єкта в кілька разів.

Періодизація та історія розвитку. Зародження тканинної архітектури починалося ще епоху Мезоліта - 12 тис. років до н.е.[2]. Першою спорудою з тканини можна вважати курінь. Люди споруджували його зі шкур вбитих тварин, нанизуючи їх шкури на каркасну структуру з гілок та палиць. Вже епоху Енеоліту - 8 тис. років до н.е., люди перейшли від осілого життя до кочового [2]. У цей час з'являється будинок на колесах – кибитка. Основою цієї конструкції служив візок, перекритий тканинною структурою. У 7 тис. до н. е. люди активно займаються скотарством та землеробством. Основним тимчасовим укриттям є намет (тимчасова споруда з тканини, шкіри та гілок) як різновид намету, що відрізнявся від нього великими розмірами. У 2 столітті до н. е. стрімко розвиваються тентові споруди, особливо у спекотному кліматі. Будуються храмові тенти та прибудови до будівель із тканини.

У 1 столітті н. е. разом із масовим будівництвом амфітеатрів з'являється нова передова тканинна конструкція – веларій. Він складався з окремих полотнищ із просвітами та керувався за допомогою тросів та канатів. Така конструкція була укриттям від сонця для глядачів колізею. Після цього у 5 столітті н.е. тканиною перекриваються різні міські простори: ринкові площі, вулиці, внутрішні двори будинків, які мали таку саму конструкцію, як і храмові тенти. Ця споруда допомагала вберегти людей від палючого сонця. Починаючи з 12 століття і закінчуючи 19 століттям, тканину використовували у будівництві тимчасового житла, навісах та театральних декораціях. Але на початку 20 століття все кардинально змінюється. У 1917 р. Ф. У. Ланчестер починає розробляти постійне житло з тканинної структури на основі надувної пневматичної конструкції, яка підтримувалася внутрішнім стисненням повітрям [3]. У 1952 році архітектор Метью Новицький перекриває Dorton Arena обтічною конструкцією. Саме з цього моменту тканинні мембрани починають використовувати як матеріал для постійних споруд. У 1981 році буде побудований аеропорт Джідда, перекритий тентовими оболонками прольотом до 45 м та загальною площею 50 га. Ця структура як купол накриє термінал аеропорту. У 21 столітті з'являються нові розробки у цій галузі. Популярними стають ЕТФЕ мембрани, дуже легкі та екологічні, а найголовніше - вони пропускали до 95% світла і були надзвичайно міцними. У 2001 році здійснюється проект «Едем». У 2008 році у Пекіні зводиться олімпійський басейн з ЕТФЕ мембран [4]. Завдяки ЕТФЕ плівці він утримує тепло та використовує його для регулювання температури у приміщенні. У 2010 році в офісній будівлі Media-ICT застосовуються розумні мембрани, в яких розташовані датчики, здатні регулювати температуру за допомогою деформації камер самих мембран. І найінноваційніші розробки ведуться над створенням біоморфних мембран «Breathing Skins». Вони пронизані отворами, які в залежності від температури та ступеня інсоляції приміщення збільшуються або зменшуються у розмірах. Цим самим вони регулюють тепло і світло в будівлі.

Рік	Назва об'єкту	Конструктивні особливості	Об'єкт
Епоха Мезоліту 12 тис. до н.е.	Шалаш	Шкури вбитих тварин нанизували на каркасну структуру з гілок та палиць.	
Епоха Енеоліту 8 тис. до н.е.	Кибитка	Основою цієї конструкції служив візок та тканинна конструкція.	
Епоха Енеоліту 7 тис. до н.е.	Шатер	Тимчасове будівництво з тканини, шкіри та гілок. Різновид намету, що відрізняється великими розмірами та дахом круглої форми у вигляді купола.	
1500 до н.е.	Храмові тенти	Тканина розташовувалась на натягнутих тросах у відкритих зонах храму і зазвичай складалася з бавовняної пряжі.	
1200 до н.е.	Тент	Тент зазвичай складався з полотна, що з акрилової, бавовняної або поліефірної пряжі, яка щільно розтягувалась на світлій структурі з алюмінію, заліза або сталі.	
80 р. н.е.	Веларій	Веларій складався з окремих полотнищ із просвітами та керувався за допомогою тросів та канатів. Для цього було відряджено матросів імператорського флоту.	
5 століття н. э.	Міські тенти	Попередньо напружені структури тканини забезпечували тимчасовий притулок. Вони були використані для прикриття вулиць та внутрішніх дворів від сонця.	
12 століття н. э.	Королівські намети	1. Встановлюється центральна жердина, яка кріпиться на 4 розтяжках. 2. Розтягується "дах" намету за допомогою 8 розтяжок. 3. "Стіна" намету кріпиться до даху на зав'язках із внутрішньої сторони, під фігурним "бордюром".	
18 століття н. э.	Циркові намети	Розбірна конструкція з щогл і полотна (парусини, брезента) намету, що натягується на них. Зазвичай червоні, сині та жовті кольори.	

19 століття н. э.	Театральні прикраси	Як правило, вішаються в глибині сцени і простягаються на всю її ширину.	
1917 рік	Пневматичні конструкції Ф.Ланчестер	Стиснене до необхідної міри повітря, яким періодично або постійно постачають несучі елементи повітроводів.	
1952 рік	Обтічні конструкції JS Dorton Arena	Конструкція є сідлоподібним дахом, який підтримується сталевими тросами при розтягуванні і утримується параболічними бетонними арками при стисканні.	
1972 рік	Структура кабельної мережі із акриловими панелями. Олімпійський стадіон у Мюнхені. Behnisch & Partner, Фрай Отто	Мережа з'єднаних між собою кабелів, що формують поверхневу структуру з тканинної мембрани, підвешеної трохи нижче за кабельну мережу. Це була перша конструкція, яка представила органічні та плавні форми розтягнутої архітектури.	
1981 рік	Аеропорт Джідда Король Абдулазіз. Фазлур Хан та Хорст Бергер	Покритий тентовими оболонками прольотом 45 м загальною площею близько 50 га. Сполучені тросами мембрани, куполом накривають термінал аеропорту.	
2001 рік	Проект "Едем". Ніколас Грімшоу	На бані зі сталевих шестикутних рам натягнутий фторполімерний матеріал ETFE, що пропускає 95% денного світла.	
2008 рік	Водяний куб. PTW Architects	Поверхня з мембран допомагає зберігати та активно використовувати сонячну енергію. Поверхня забирає її та використовує для підігріву води та приміщення. Також дана конструкція допомагає підтримувати комфортну температуру в басейні будь-якої пори року.	


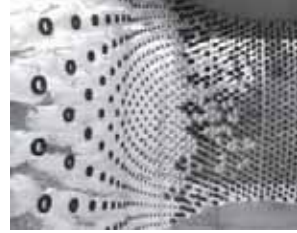
2010 рік	Офісна будівля Media-ICT. Е. Руїс-Гелі (бюро "Cloud 9")	У подушки трикутної форми вставлені датчики, які регулюють стиснення та розширення камер залежно від інсоляції. Завдяки цьому у будівлі регулюється мікроклімат.	
2015 рік	«Breathing Skins» Т. Беккер	Біоморфні пневматичні структури. У приміщенні регулюється мікроклімат і освітлення рахунок збільшення отворів у мембранах. Робота за принципом шкірного часу.	

Рис.1. Періодизація розвитку тканинної архітектури.

Види тканинних покриттів, їх властивості та терміни експлуатації:

- покриття з бавовняної тканини просочують силіконовим спреєм, щоб зробити його водонепроникним. Для поліпшення міцності та довговічності матеріал часто змішують із поліестером. Він застосовується у невеликих тимчасових структурах, термін служби – 4-5 років [5] (рис. 1.1);

- ПВХ покриття на поліефірній тканині має невелику теплоізоляцію, але це робить його не палим та морозостійким; може бути виконано в різних кольорах, причому чим прозоріше тканина, тим менший термін служби вона має. Може застосовуватися у тимчасових і постійних конструкціях, термін служби – від 10 до 15 років [5] (рис.1.2);

- силіконове покриття на скловолоконному переплетенні застосовується у тимчасових, висувних та постійних архітектурних мембранах середнього розміру. Прозорість її може сягати 25%. Термін служби – не більше 4 років [5] (рис.1.4);

- PTFE покриття на скловолоконному переплетенні має переваги по довговічності, зовнішньому вигляду, має високі показники вогнестійкості, стійкості до ультрафіолетового випромінювання та світловідбиття. Тканина має високу прозорість, на неї також можна наносити друк. На відміну від більшості скловолокнистих покриттів, можна надати водонепроникність за допомогою спеціального покриття. Застосовується у постійних конструкціях середнього та великого розміру. Має тривалий термін експлуатації, що становить понад 25 років [5] (рис.1.5);

- ETFE покриття з етилететрафторетилену підходить тільки для невеликих прольотів, оскільки погано працює на розрив, має меншу несучу здатність порівняно з тканиним полотном [4]. До позитивних якостей можна віднести те, що матеріал має поверхню, яка самоочищається і придатний для вторинної переробки. Застосовується у різних за розмірами спорудах, термін служби – понад 40 років [5] (рис.1.3);

- ПВХ, ПТФЕ або силіконове покриття на арамідному переплетенні має високу міцність. При деформації 5-6% і міцності на розрив 24500 Н/5см це найміцніший синтетичний мембранний матеріал. Він має високу ударостійкість, чутливий до ультрафіолетового випромінювання. Використовується у великогабаритних конструкціях спеціального застосування. Термін служби – понад 25 років [5] (рис.1.6);

- тканина ПВДФ - матеріал з унікальними у цій галузі оптичними властивостями. Він має світлопроникнення до 95% та розсіює світло до 96%. Цей вогнестійкий матеріал має дуже високу стійкість до атмосферних впливів, не втрачає колір і може бути перероблений. Має високу стійкість до кислот, придатний для друку, не має запаху, легко чиститься і практично водонепроникний. Застосовується в інтер'єрах, де потрібні спеціальні світлові ефекти, а також різномасштабні конструкції. Термін служби – понад 20 років [5] (рис.1.8);

- тканина PTFE (з покриттям і без покриття) абсолютно несприйнятлива до ультрафіолетового випромінювання та стійка до кислот, лужних розчинів та органічних розчинників у всьому діапазоні робочих температур. На дотик вона нагадує тонкий шовк, дуже гнучкий і негорючий. Прозорість може досягати 40%. Застосовується для висувних конструкцій. Термін служби – понад 15 років [5] (рис.1.7);



1	2
3	4
5	6
7	8

1	Покриття з бавовняної тканини.
2	ПВХ покриття на поліефірній тканині.
3	Силіконове покриття на скловолоконному переплетенні.
4	Покриття РТФЕ на скловолоконному переплетенні.
5	ЕТФЕ з покриттям з етилететрафторетилену.
6	ПВХ, ПТФЕ або силіконове покриття на арамідному переплетенні.
7	Тканина ПВДФ.
8	Тканина РТФЕ (з покриттям та без покриття).

Рис.2. Приклади застосування різних тканинних покриттів в архітектурних спорудах.



Рис.3. Класифікація тканинних матеріалів.

Висновок. У зв'язку з переходом до більш мобільних, доступних та екологічно чистих матеріалів, виробляються нові методи проектування простору. Тканинна архітектура та текстильні матеріали відповідають сучасним тенденціям у цій галузі. З початку 20 століття і до початку 21 століття швидко зріс попит на такі будівлі. Донедавна тканинні матеріали використовувалися у будівництві громадських споруд великого та середнього розміру, зараз же виробляються концепції розвитку малих споруд із застосуванням цих матеріалів. Дедалі більше впроваджуються технології проектування розумних фасадів із мембран. З'являються датчики, що регулюють температуру та інсоляцію за допомогою мембранних фасадів.

Подальше вивчення властивостей тканинних матеріалів та відкриття нових видів, призведуть до новий можливостей в архітектурному проектування. Мембранні та текстильні фасади поступово замінять звичні нам матеріали. Розпочато пошуки нових архітектурних рішень, що відповідають сьогоднішнім світовим тенденціям, у зв'язку з чим саме тканинні матеріали можуть зайняти свою нішу в сучасній архітектурі.

Література.

1. Blaine Brownell., 2011. Driving the future of fabric structures. [online] (Остання оновлення 1 червня 2011) Доступно:<https://advancedtextilesource.com/2011/06/01/driving-the-future-of-fabric-structures/>.
2. Горбик, Олена., 2018. Всесвітня історія архітектури у тезах та зображеннях. Архітектура первісної доби та традиційна архітектура. Архітектура давнього світу. Архітектура античності та раннього християнства.
3. Gregor Harvie., 2022. Історія історії структури. [online] Доступно:https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/The_history_of_fabric_structures#:~:text=The%20origins%20of%20fabric%20structures%20can%20be%20traced%20back%20over,animal%20skins%20draped%20.
4. Маріанна Бродач., 2013. ETFE: прозорий, гнучкий, міцний. [online] Доступно:http://zvt.abok.ru/articles/111/ETFE_prozrachnii_gibkii_prochnii.
5. Mohamed Zakaria ElDars, Dr.Algendy Shaker Algendy, Soha Aboubakr Ahmed., 2018. Journal Of Al Azhar University Engineering Sector. Vol. 13, No. 46.

Zimina S.¹, Vasilyev M.²

¹ *Scientific Director Professor of the Department of Fundamentals of architecture and architectural design
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, in Ukrainian*

e-mail: svetlanabzymina@gmail.com

orcid.org/0000-0003-3813-8956

² *Student of the Department of Fundamentals of architecture and architectural design
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, in Ukrainian*

e-mail: vmarkb@gmail.com

orcid.org/0000-0000-0000-0000

THE ROLE OF FABRIC IN SHAPING ALTERNATIVE METHODS OF ARCHITECTURAL DESIGN

© Zimina S., Vasilyev M. 2022

Annotation. The article considers the role of textile in the formation of alternative methods of architectural design. The main trends of modern architecture and advanced textile materials are defined. The genesis and periodization, from the origin of the history of textile as a material for temporary constructions, to the fabric as an integral part of permanent architectural constructions have been considered. The main structural schemes, methods of application were highlighted, and the classification of fabric materials was analyzed and compiled. Based on the analysis of experience in the use of fabric architecture and its study, the positive and negative factors of the material and its compliance with current trends in architecture were given in the article.

As a result of this research, advanced technologies of shaping space with fabric and membrane facades have been identified and studied. The latest technologies of room insulation and artificial temperature regulation were considered.

Keywords. Advanced textile materials, periodization, classification, membranes, mobility.