



**АРХИТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦИОННИ ВЪЗМОЖНОСТИ НА
ПОКРИТИЯТА С МЕХАНИЧНО НАПРЕГНАТА
ТЕКСТИЛНА МЕМБРАНА**

АВТОРЕФЕРАТ

арх. Десислава Николова Косева-Ковачева

Университет по архитектура, строителство и геодезия
Архитектурен факултет
Катедра „Технология на архитектурата“

арх. Десислава Николова Косева-Ковачева

**АРХИТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦИОННИ
ВЪЗМОЖНОСТИ НА ПОКРИТИЯТА С
МЕХАНИЧНО НАПРЕГНАТА ТЕКСТИЛНА
МЕМБРАНА**

АВТОРЕФЕРАТ

на
дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен „доктор“
по професионално направление
5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“
и научна специалност
„Архитектура на сградите, конструкции, съоръжения и детайли“

Научни ръководители:
проф. д.а.н. арх. Ж.Тилев
(до април 2019г.)
доц. д-р арх. Гичка Кутова-Каменова
(от април 2019г.)

София, 2021г.

ДАННИ ЗА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд съдържа 273 машинописни страници, от които основна част 206 страници. Фигурите (снимки, чертежи) са общо 123, от които 2 авторски. Таблиците са 15 (авторски), схемите са общо 10, от които 7 авторски. Библиографията е 2 страници и включва 39 български и чуждестранни заглавия (книги, периодични издания и интернет източници). Трудът има едно приложение от 67 страници с разгледани примери от световната практика (25 обекта).

Докторантът е зачислен със заповед № 751 от 31.10.2011г. на Ректора на УАСГ за докторант в самостоятелна форма на обучение по научната специалност „Архитектура на сградите, конструкции, съоръжения и детайли“ към катедра „Технология на архитектурата“ (бивша „Сградостроителство“).

Докторантът е отчислен с право на защита със заповед № 515 от 27.06.2018г.

Със заповед №338 от 02.04.2019г. научният ръководител и темата на дисертационния труд са променени.

Дисертационният труд е обсъден на разширен катедрен съвет на катедра „Технология на архитектурата“ към Архитектурен факултет, УАСГ на 08.03.2021г. и е насочен към защита със заповед №292от 31.03.2021г., пред научно жури в състав:

Вътрешни членове:

доц. д-р арх. Елена Малджиева

доц. д-р арх. Гичка Кутова

Резервен член:

проф. д-р арх. Асен Писарски

Външни членове:

проф. д-р арх. Чавдар Ангелов

чл.кор. проф. д.а.н. арх. Атанас Ковачев

доц. д-р арх. Анна Аврамова

Резервен член:

доц. д-р арх. Стела Ташева

Публичната защита на труда ще се проведе на 25.05.2021г. от 10:00 часа в Университета по архитектура, строителство и геодезия, зала 709.

По темата на настоящия труд са публикувани:

1. Косева, Д. (2019). Приложения на покрития с текстилна мембрана при защита на археологически обекти. Годишник на Университета по архитектура, строителство и геодезия, Том 52, Брой 1.
2. Косева, Д. (2021). Някои аспекти на архитектурната композиция при покрития, реализирани с механично напрегната текстилна мембрана. Годишник на Университета по архитектура, строителство и геодезия, Том 54, Брой 2.

Изявявам благодарност към:

- Академичния състав на катедра „Технология на архитектурата“;
- Научните ръководители: проф.д.а.н арх. Жеко Тилев и доц. д-р арх. Гичка Кутова;
- доц. д-р арх. Елена Малджиева - за полезните съвети при структурирането и прецизирането на дисертацията;
- доц. д-р арх. Мариана Цветкова – за предоставената техническа информация за нейни реализирани обекти;
- инж. Славейко Славейков - за консултациите и предоставената техническа информация за реализирани обекти.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Терминологичен речник 3-10

Въведение 11-20

Актуалност на проблема16

Предмет, цели, задачи, обхват и методика на изследването17

Глава 1

Теоретична постановка. Критерии за изследване на архитектурно-композиционните възможности на покритията с механично напрегната текстилна мембрана 21-40

- 1.1. Системно-структурен модел на архитектурната форма21
- 1.2. Нива на структурност на архитектурната форма.....22
- 1.3. Архитектурна композиция и композиционни средства23
- 1.4. Архитектурно-конструктивни елементи.....26
- 1.5. Функции на архитектурно-конструктивните елементи.....29
- 1.6. Конструктивни структури, конструктивни системи и конструктивни схеми ...32
- 1.7. Критерии и последователност за изследване на архитектурно-композиционните възможности на покритията с механично напрегната текстилна мембрана36

Глава 2

История на тънкостенните покрития и анализ на съвременния опит в приложението на покривни конструкции с механично напрегната текстилна мембрана 41-83

- 2.1. Исторически преглед на развитието на покритията, реализирани с текстилен материал до средата на ХХ век.....42
 - 2.1.1. Праисторически период42
 - 2.1.2. Античност, Средновековие и Ренесанс45
 - 2.1.3. Висящи покривни конструкции и покрития с текстилен материал през XVIII век и XIX век.....49
 - 2.1.4. Покрития с текстилна мембрана през средата на ХХвек. Творчеството на Фрай Отто.....53
- 2.2. Анализ на световния опит в приложението на покрития с механично напрегната текстилна мембрана в края на ХХвек и началото на ХХI век.....73
- 2.3. Покрития с механично напрегната текстилна мембрана в България.....74
- 2.4. Изводи83

Глава 3

Обща характеристика на носещата конструкция, реализирана с механично напрегната текстилна мембрана. Архитектурно-конструктивни елементи 83-143

- 3.1. Обща характеристика на висящите покривни конструкции.....83
 - 3.1.1. Основни принципи на конструктивно действие84

3.1.2. Основни носещи архитектурно-конструктивни елементи и техните конструктивни функции	85
3.1.3. Конструктивни функции на висящите покривни конструкции на пространствено ниво	86
3.1.4. Видове висящи покривни конструкции според конструктивното действие	97
3.2. Обща характеристика на носещата конструкция, реализирана с механично напрегната текстилна мембрана.	103
3.3. Основни носещи архитектурно-конструктивни елементи при покритията с механично напрегната текстилна мембрана	106
3.3.1. Текстилна мембрана. Конструктивни и пространствено-оформящи функции	108
3.3.2. Опорни елементи и конструкции. Конструктивни и пространствено-оформящи функции	127
3.4. Изводи	143

Глава 4

Пространствено-конструктивна структура на покритията с механично напрегната текстилна мембрана. Архитектурно - композиционни възможности **144-200**

4.1. Конструктивни функции на структурно (пространствено) ниво. Видове пространствено-конструктивни структури на покритията с механично-напрегната текстилна мембрана.	144
4.2. Покрития, при които текстилната мембрана е главна част от носещата конструкция.	146
4.2.1. Конструктивни функции на структурно (пространствено ниво)	146
4.2.1.1. Приемане, разпределение и предаване на товари	147
4.2.1.2. Вид и степен на деформации	175
4.2.1.3. Пространствена устойчивост.	178
4.2.2. Архитектурно-композиционни възможности на покритията, при които текстилната мембрана е главна част от носещата конструкция	179
4.3. Покрития, при които текстилната мембрана е второстепенна част от носещата конструкция.	180
4.3.1. Конструктивни функции	180
4.3.1.1. Приемане, разпределение и предаване на товари	180
4.3.1.2. Вид и степен на деформации и пространствена устойчивост.	199
4.3.2. Архитектурно-композиционни възможности на покритията, при които текстилната мембрана е второстепенна част от носещата конструкция	200
4.4. Изводи	201
Заклучение	
Оценка на приносите на труда	203
Библиография	205

Въведение

Стремежът към олекотяване на архитектурната конструкция е един от основните принципи на технологично развитие от средата на XX в. В отговор на тези тенденции в съвременната строителна практика широко приложение намират покритията, реализирани с текстилна мембрана.

Текстилната мембрана е тънкостенна повърхнина, изпълнена чрез предварително напрегнат текстилен материал.

В зависимост от начина на напрегане на текстилния материал архитектурните конструкции се разделят на три групи:

1. Конструкции с механично напрегната мембрана (повърхнината на мембраната е с отрицателна гаусова кривина);
2. Конструкции с пневматично напрегната мембрана (повърхнината на мембраната е с положителна гаусова кривина);
3. Комбинирани конструкции с механично и пневматично напрегната мембрана.

Обект, предмет и обхват на изследването

Обект на разработката са покрития с механично напрегната текстилна мембрана с различно функционално предназначение.

Предмет на изследването е тяхната пространствено-конструктивна структура¹.

Покритията с механично напрегната текстилна мембрана са архитектурни обекти с еднопространствена композиция, които са реализирани с архитектурно-конструктивен елемент покрив, изпълнен с мембрана от текстилен материал. Текстилната мембрана е част от носещата конструкция на покрива и изпълнява едновременно функциите на водозащитна покривка.

Анализът обхваща покритията с механично напрегната текстилна мембрана, реализирани през периода от 80-те години на XXвек до първото десетилетие на XXIвек. Изследването се ограничава до разглеждане на връзката между конструктивните и архитектурно-композиционните принципи на организация на пространствено-конструктивната структура на тези обекти.

Актуалност на проблема

Като част от високотехнологичната архитектура, този тип покрития изискват задълбочен анализ и осмисляне не само на инженерно-конструктивните принципи и на строително-технологичните им решения, но и на техните архитектурно-композиционни възможности.

¹ Пространствено-конструктивна структура отразява общите принципи на организация на формата, изразяващи отношението между архитектурната конструкция и нейните елементи и свързаните с тях архитектурни пространства. (Тилев, 2013, стр.244, 245)

Актуалността на проблема в България се определя от:

1. Липса на достатъчна специализирана литература на български език по темата.
2. Липсата на специализирана литература води до недостатъчна образователна подготовка на инвеститори, архитекти и строителни инженери, ангажирани в проектирането и реализирането на архитектурни конструкции с текстилна мембрана.
3. Липса на техническа нормативна уредба за проектиране, изпълнение и поддръжка на тези конструкции.
4. Като резултат: досега у нас се реализират малки по площ временни покрития, а прилагането на широкоплощни покривни конструкции с текстилна мембрана едва сега започва да се развива.

Цел, задачи и теза на труда

Целта на труда е да се анализира взаимовръзката между конструктивните принципи на формообразуване и възможностите за постигане на естетико-художествени качества на покритията, реализирани с механично напрегната текстилна мембрана.

При това изследване е формулирана следната основна теза:

Конструктивните функции² на текстилната мембрана са определящи за пространствено-конструктивната структура и за архитектурно-композиционните възможности на реализираната чрез нея архитектурна форма.

От основната теза произтичат спомагателни тези, които я конкретизират:

- Пространствено-геометричните характеристики на текстилната мембрана са дефинирани от нейните конструктивни функции на елементно ниво. Конструктивното действие на текстилната мембрана по отношение на приемане, разпределение и предаване на товари, на осигуряване на пространствена устойчивост и произтичащите от това вид и степен на деформации, определят геометрията на повърхнината на мембраната и съответно нейните пространствено-оформящи функции³.
- Конструктивните функции на текстилната мембрана в общата система на носещата конструкция са определящи за конструктивната система и схема на опорните елементи и за общата пространствено-конструктивна

² Конструктивните функции на архитектурно-конструктивните елементи са възприети от "Технологична теория на архитектурата" (Тилев, 2013), които са доразвити в „Структурно функционален модел на тектониката“ (Йорданова, 2019).

³ Пространствено-оформящите функции на архитектурно-конструктивните елементи са възприети от труда „Структурна-функционален модел на тектониката“ (Йорданова, 2019).

структура. Текстилната мембрана може да бъде главна или второстепенна част от носещата конструкция на покрива.

- Тектониката е основно средство на архитектурната композиция, чрез което се постигат естетически качества на архитектурната форма, реализирана с текстилна мембрана. Тектониката може да бъде разгледана като художествена изява на конструктивните и пространствено-оформящи функции на текстилната мембрана и опорните елементи⁴.
- Съвременните покритията с механично напрегната текстилна мембрана, при които мембрана има основна носеща функция, са архитектурно-технологично развитие на еднослойните предварително напрегнати висящи покривни конструкции, реализирани с мрежа от носещи и стабилизиращи въжета.

За постигане на поставените цели и за доказване на тезите на труда са формулирани следните задачи:

- Исторически преглед на архитектурно-технологичното развитие на покритията с механично напрегната текстилна мембрана.
- Анализ на съвременния чуждестранен и български опит с цел създаване на система от критерии за изследване на пространствено-конструктивната структура на покритията с текстилна мембрана.
- Изясняване на особеностите на архитектурно-конструктивните елементи.
- Обобщаване на основните характеристики на пространствено-конструктивната структура при покритията с механично напрегната текстилна мембрана. Анализ на връзката между конструктивните и архитектурно-композиционни принципи на формообразуване.

Методика на изследването

Изследването се основава на проучване на текстови, графични и илюстративни материали в чуждестранните и българските архитектурно-строителни издания. Приложен е индуктивният подход, който представлява изясняване на модели и връзки, и генериране на изводи на базата на набор от данни. В труда е направен сравнителен анализ между покритията с текстилна мембрана и висящите покривни конструкции. Анализът на проблемите е основан на методологията на системно-структурния подход.

Глава 1

ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА. КРИТЕРИИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА АРХИТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦИОННИТЕ ВЪЗМОЖНОСТИ НА ПОКРИТИЯТА С МЕХАНИЧНО НАПРЕГНАТА ТЕКСТИЛНА МЕМБРАНА

⁴ Проявленията на тектониката са възприети от труда „Структурно-функционален модел на тектониката“ (Йорданова, 2019).

За целта на настоящето изследване се налага първо да се изяснят някои основни възприети архитектурни понятия, термини и зависимости и да се определи методологичната последователност за разглеждане на проблемите.

1.1. Системно-структурен модел на архитектурната форма

Възприет е системно-структурният модел на архитектурната форма (архитектурен обект, в частност сграда), представен в монографията “Технологична теория на архитектурата“ (Тилев, 2013). Той разглежда архитектурната форма като резултат от взаимодействието между два компонента - архитектурно пространство и архитектурна конструкция, които са организирани чрез принципите и средствата на архитектурната композиция.



Система на архитектурната форма, реализирана с механично напрегната тестилна мембрана съгласно обобщения системно-структурен модел. (Тилев, 2013, стр.105)

Възможностите на архитектурната композиция при покритията с механично напрегната текстилна мембрана ще бъдат търсени във начина на организация на тяхната пространствено-конструктивна структура, изразяваща се във взаимодействие между архитектурно-конструктивния елемент покритие (форма, размери и поделеманти) и създаденото чрез него отворено или затворено архитектурно пространство.

1.2. Нива на структурност на архитектурната форма

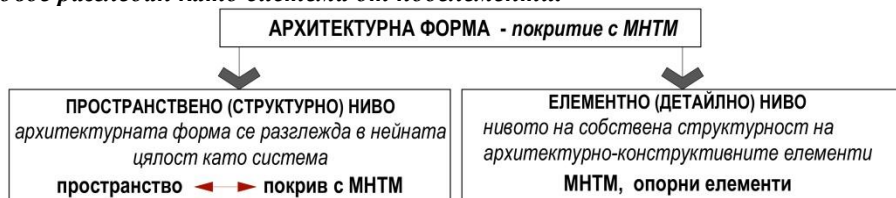
В настоящето изследване са възприети две основни йерархични нива на структурата на архитектурната форма: пространствено ниво (структурно) и детайлно ниво (елементно)⁵.

На **пространствено (структурно) ниво** архитектурната форма се разглежда в нейната цялостност като една система. Структурата на тази система се състои от материя и пространство, които са композиционно детерминирани от техните функции.

Детайлното (елементно) ниво е по-ниско ниво в структурната йерархия на архитектурната форма. Това е нивото, определено от архитектурно-конструктивните елементи, разгледани сами по себе си като система от поделеманти.

⁵ Двете структурни нива на архитектурната форма са възприети от труда „Структурна-функционален модел на тектониката“ (Йорданова, 2019).

Покритията с механично напрегната текстилна мембрана на пространствено (структурно) ниво ще бъдат разгледани като система, състояща се от два компонента: архитектурно пространство и архитектурно-конструктивен елемент – покрив. На елементно (детайлно) ниво архитектурно-конструктивният елемент покрив ще бъде разгледан като система от поделементи.



Нива на структурност на архитектурната форма при покритията, реализирани с механично напрегната текстилна мембрана.

1.3. Архитектурна композиция и композиционни средства

Архитектурната композиция е функционалната структура на системата на архитектурната форма. Чрез архитектурната композиция се организират вътрешните и външните пространства с техните утилитарни и естетико-художествени изисквания.

В зависимост от това, дали са основни за формообразуването или са допълнителни средства за постигане на естетически качества, архитектурно-композиционните средства се разделят на три основни групи: 1) основни композиционни средства; 2) средства за хармонизация; 3) допълнителни композиционни средства⁶.

Основните композиционни средства са свързани с организиране на пространствено-конструктивната структура, чрез която се удовлетворяват утилитарните и естетико-художествени изисквания. Средствата за хармонизация регулират отношенията между архитектурните форми, чрез контраст, нюанс, равенство, пропорции, единство и съподчинение, симетрия и асиметрия, насоченост, мащаб и мащабност, редуване, ритъм. Допълнителните композиционни средства са цвят и фактура на повърхността на материалите, осветеност, архитектурен орнамент и др.

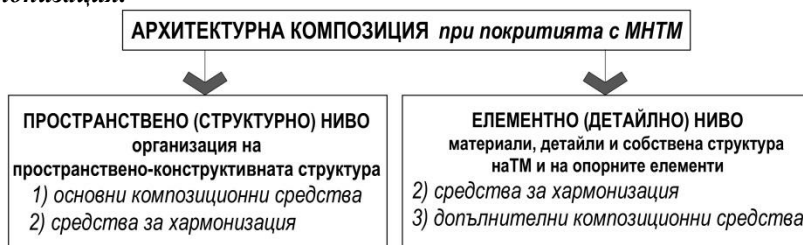
Независимо от тази диференциация на средствата на архитектурната композиция, те винаги се използват съвместно и едновременно.

Естетико-художествените качества могат да се постигнат на двете йерархични нива на архитектурната форма, както следва: 1) на пространствено ниво - чрез основните композиционни средства; 2) на елементно ниво - чрез допълнителните композиционни средства. Средствата за

⁶ Възприето е диференцирането на средствата на архитектурната композиция от „Въведение в архитектурното проектиране“ (Попов, 1973, стр 73)

хармонизация са приложими и на двете структурни нива, както при организацията на пространствено-конструктивната структура на архитектурната форма, така и при определяне на собствената структурност на отделните елементи.

Предмет на настоящето изследване са принципите на организация на пространствено-конструктивната структура на покритията с механично напрегната текстилна мембрана, за която значение имат основните архитектурно-композиционни средства и средствата за хармонизация.



Приложение на архитектурно-композиционните средства на двете нива на структурност при покритията, реализирани с текстилна мембрана.

Тектониката е едно от основните композиционни средства. В настоящето изследване тектониката е възприета като специфична проява на архитектурната композиция, насочена към постигане на художествена изразителност на формата чрез подчертаване и изявяване на нейните основни и структуроопределящи елементи и принципи. „Тектониката е свойството на архитектурната форма да се изразява художествено чрез своята структура“ (Тилев, 2013, стр.273). Тектониката се проявява чрез художествената изява на „конструктивните и пространствено-оформящите функции на архитектурно-конструктивни елементи“ (Йорданова,2019,стр.21-23).

1.4. Архитектурно-конструктивни елементи

Съгласно приетото определение за покритие с текстилна мембрана основният архитектурно-конструктивен елемент е покривът.

Покривът с механично напрегната текстилна мембрана се реализира чрез: 1) текстилна мембрана и 2) опорни елементи.

Текстилната мембрана е напрегната тънкостенна висяща черупка, която е изпълнена с текстилен материал. В мембраната трябва да възникват само опънни усилия и това се гарантира чрез предварително налягане. Мембраната е окачена към опорни елементи, които заедно с предварителното налягане осигуряват геометрията на нейната повърхнина и общата пространствена устойчивост на покритието. В системата на покрива освен конструктивни функции, текстилната мембрана изпълнява ролята на водозащитна покривка.

Опорните елементи са стълбове, мачти, ванти, рамки и арки, опорни пръстени, анкерни елементи и др.

За пространствено-конструктивната структура на архитектурната форма, реализирана с механично напрегната текстилна мембрана, определящи са нейните основни носещи архитектурно-конструктивни елементи⁷ (текстилна мембрана и опорни елементи). Основните допълващи архитектурно-конструктивни елементи⁸ няма да бъдат предмет на изследване, защото имат ограничена роля).

1.5. Функции на архитектурно-конструктивните елементи

Според възприетия структурно-функционален модел на архитектурната форма, **основните носещи и допълващи архитектурно-конструктивни елементи са натоварени с три групи функции.**

1. Конструктивна функция, която включва приемане, разпределение и предаване на товари и произтичащите от това пространствена устойчивост и деформации.

2. Пространствено-оформяща функция, която се изразява в оформянето на пространства, първо чрез създаване на граници между тях и второ чрез определяне на характеристики им. Оформянето на архитектурните пространства става чрез собствената пространственост на елементите (тяхната геометрична форма и размер) и чрез местоположението им в общата структура на сградата.

3. Утилитарни, естетически, изолационни и експлоатационни функции.

За пространствено-конструктивната структура на архитектурната форма определящи са конструктивните и пространствено-оформящите функции на елементите.

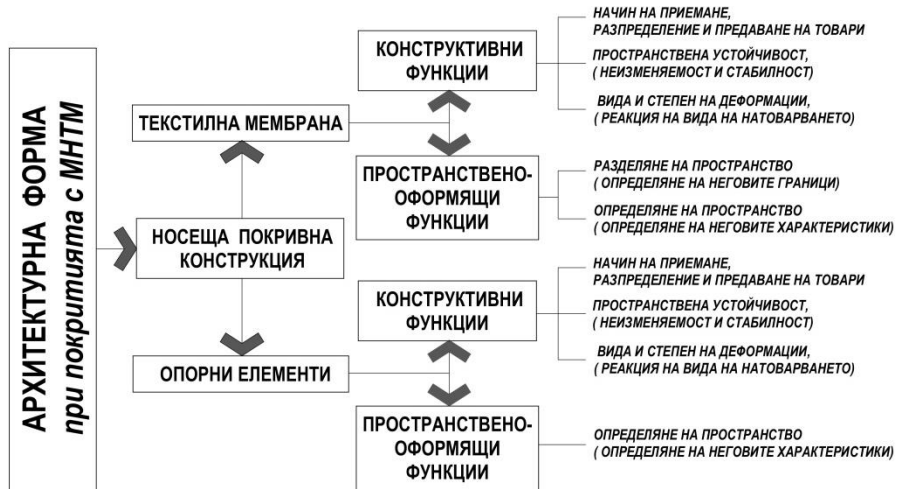
В настоящето изследване на организационните принципи на пространствено-конструктивната структурата на покритията с механично напрегната текстилна мембрана ще бъдат разгледани взаимодействията на конструктивните и пространствено-оформящите функции на техните основни носещи архитектурно-конструктивни елементи – текстилна мембрана и опорни елементи.

Текстилната мембрана има повърхнинна форма. Тя изпълнява комплексно конструктивни, пространствено-оформящи и изолационни

⁷ Основни носещи архитектурно-конструктивни елементи – елементите на основната носеща конструкция (носещи стени, колони, греди, фундаменти и др.) (Тилев, 2013г., стр.209)

⁸ Основни допълващи архитектурно-конструктивни елементи – елементи, които имат основно пространствено-преграждаща функция и не са част от основната носеща конструкция (фасадни и преградни стени, врати, прозорци и др.) (Тилев, 2013г., стр.209)

функции. **Опорните елементи** са с линейна геометрия. Те имат само конструктивни и пространствено-определящи функции. Опорните елементи нямат пространствено-разделяща функция, защото чрез тях не могат да се създават граници между архитектурните пространства.



Конструктивни и пространствено-оформящи функции на текстилната мембрана и опорните елементи.

Проявленията на конструктивните и пространствено-оформящите функции на елементите и връзките между тези проявления могат да се изяснят чрез понятията конструктивна структура, конструктивна система и конструктивна схема.

1.6. Конструктивни структури, конструктивни системи и конструктивни схеми

Конструктивните структури се разглеждат като обобщени базови модели на конструктивно-пространствените отношения в архитектурната форма. Дефиницията за **конструктивна система** е „вид на архитектурните конструкции и елементи според пространствения модел на конструктивното им действие“ (Тилев, 2013, стр. 251). Пространствено-геометричният модел, по който се осъществява конструктивното действие, се определя от формата на елементите или на поделементите в системата на елементите (линейни, повърхнинни или линейно-повърхнинни) и от начина на тяхното подреждане и вида на връзките между тях (линейни, точкови). **Конструктивните системи** характеризират пространствения аспект на конструктивното решение и се свеждат до четири основни вида: 1) точкова; 2) линейна; 3) повърхнинна; 4) линейно-повърхнинна и 5) обемна. (Тилев, 2013, стр. 246).

Конструктивните системи могат да бъдат разглеждани на двете основни йерархични нива на структурност на архитектурната форма. На пространствено (структурно) ниво конструктивната система на елемент е общият геометричен модел, по който се провеждат конструктивните функции спрямо целостта на архитектурната конструкция. На елементно (детайлно) ниво конструктивната система на отделните елементи се разглежда спрямо структурата на системата на техните поделемени. За по-голяма яснота, на детайлно ниво конструктивната структура на елементите ще бъде наричана „конструктивен вид“ на елементите⁹.

Конструктивната схема изяснява начина на разположение на основните архитектурно-конструктивни елементи един спрямо друг, тоест модела на тяхната организация спрямо конкретно очертание.

Текстилната мембрана е с повърхнинна конструктивна система. Ролята на мембраната в системата на носещата конструкция – главна или второстепенна определя вида на опорните елементи. **Опорните елементи могат да бъдат с линейна конструктивна система** (мачти, стълбове, арки, рамки, пръстени) или с **повърхнинна конструктивна система** в частност равнинна (структурни плочи, висящи и вантови конструкции, система от арки или рамки). **Опорните елементи с обемно-повърхнинна конструктивна система** са структурните (пространствено-прътовите) черупки. При опорни елементи с линейна конструктивна система текстилната мембрана най-често има основна носеща функция. Опорните конструкции с повърхнинна или обемно-повърхнинна конструктивна система представляват главна носеща част на покрива и при тези решения мембраната играе роля на водозащитна покривка.

Опорният контур на мембраната определя хоризонталните конструктивни схеми като точкови, линейни или смесени. Вертикалните конструктивни схеми при покритията с механично напрегната текстилна мембрана могат да бъдат криволинейни или криволинейно-праволинейни.

Чрез по-нататъшното изясняване на конструктивните и пространствено-оформящите функции на основните архитектурно-конструктивни елементи, на хоризонталните и вертикалните конструктивни схеми при тези покрития ще се проследи връзката между конструктивното действие на текстилната мембрана, нейната геометрия и вида на опорните елементи и тяхното влияние върху пространствено-конструктивната структура на архитектурната форма.

⁹ Понятието конструктивна система може равнозначно да се замени при необходимост с конструктивен вид. (Ж. Тилев, 2013, стр.252)

1.7. Критерии и последователност за изследване на архитектурно-композиционните възможности на покритията с механично напрегната текстилна мембрана

За изясняване на композиционните възможности на архитектурната форма, реализирана с механично напрегната текстилна мембрана е необходимо да бъдат разгледани следните групи проблеми:

- 1.** Конструктивни организационни принципи на пространствено-конструктивната структура.
- 2.** Организационни принципи, похвати и средства на архитектурната композиция на елементно и пространствено ниво, както следва:
 - 2.1.** за постигане на художествени качества чрез пространствено-конструктивната структура на покритията с текстилна мембрана;
 - 2.2.** за постигане на естетико-художествени качества чрез материалите, детайлите и собствената структурност на основните носещи архитектурно-конструктивните елементи (текстилна мембрана и опорни елементи).

От разгледаните проблеми са изведени следните заключения:

- *Архитектурната форма при покритията с текстилна мембрана се определя от конструктивните и пространствено-оформящите функции на мембраната и на опорните елементи.*
- *При покритията с текстилна мембрана пространствено-конструктивната структура се изгражда само от основните носещи архитектурно-конструктивни елементи. Чрез структурата на носещата конструкция се удовлетворяват битово-утилитарните изисквания и се постигат естетико-художествени качества на архитектурната форма.*
- *Тектониката е основно изразно средство на архитектурната композиция при покритията с текстилна мембрана.*
- *При съоръженията, реализирани с текстилна мембрана основните средства и средствата за хармонизация на архитектурната композиция, могат да се прилагат спрямо пространствено-конструктивната структура на носещата конструкция и спрямо отделните нейни елементи винаги съгласно формообразуващите принципи, произтичащи от техните конструктивни функции.*

В настоящето изследване ще бъде анализирана само архитектурната композиция на пространствено ниво по отношение на формообразуващите принципи на пространствено-конструктивната структура при покритията с механично напрегната текстилна мембрана.



Принципи на формообразуване на архитектурната форма при покритията с механично напрегната текстилна мембрана.

За целта ще бъдат разгледани следните проблеми:

- 1.** История на тънкостенните покрития и преглед на постиженията на световната архитектурна практика.
- 2.** Сравнителен анализ на структурните особености на висящите носещи покривни конструкции и на носещите покривни конструкция, реализирана с механично напрегната текстилна мембрана.
- 3.** Елементи на покривната конструкция, реализирана с механично напрегната текстилна мембрана. Конструктивни и пространствено-определящи функции.
- 4.** Пространствено-конструктивна структура при покритията с механично напрегната текстилна мембрана. Архитектурно-композиционни възможности.

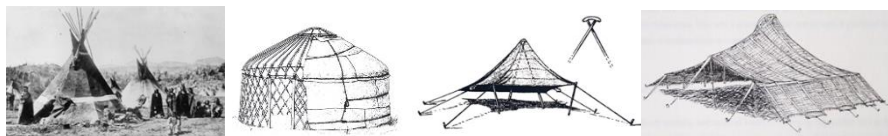
Глава 2

ИСТОРИЯ НА ТЪНКОСТЕННИТЕ ПОКРИТИЯ И АНАЛИЗ НА СЪВРЕМЕННИЯ ОПИТ В ПРИЛОЖЕНИЕТО НА ПОКРИВНИ КОНСТРУКЦИИ С МЕХАНИЧНО НАПРЕГНАТА ТЕКСТИЛНА МЕМБРАНА

2.1. Исторически преглед на развитието на покритията, реализирани с текстилен материал до средата на XX век.

2.1.1. Праисторически период

Най-често използваните текстилни покрития в този ранен етап на човешката цивилизация могат да се систематизират в четири основни форми: 1) конусовидна форма; 2) цилиндрична с конично покритие; 3) пирамидална форма; 4) седловидна форма - "черната шатра".

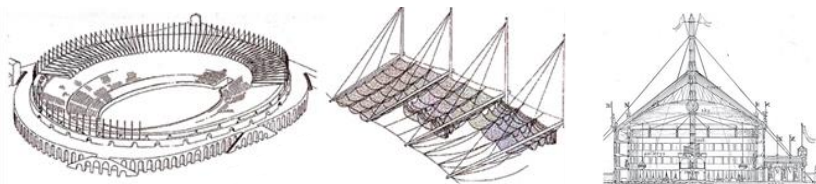


- 1) Индианска шатра; 2) Татарска /монголска юрта (кибитка);
- 3) Шатра от югоизточно Мароко; 4) Черната шатра (снимки: H.Berger, 2005)

При първите два вида, формата е определена от опорните елементи и от опорния контур. Използват се рамки от дървени стълбове, върху които се поставят животински кожи, а по късно от текстилни тъкани. При третия и четвъртия вид - формата не е напълно определена от опорния контур. Опънните усилия от предварителното налягане на текстилната тъкан осигуряват, както нейната форма, така и устойчивостта на опорните елементи. Черната шатра, има двойна отрицателна кривина, което я доближава най-много до конструктивните принципи на съвременните покрития с механично напрегната текстилна мембрана.

2.1.2. Античност, средновековие и ренесанс

С развитието на строителните технологии за изграждане на масивни и трайни сгради, текстилните покрития губят своето значение за архитектурата в античността, средновековието и Ренесанса. През този период те се използват предимно за мобилен подслон при военни действия, а по-късно при пътувания и забавления на аристокрацията на ренесансова Европа. В периода на античността и средновековието, въпреки слабото значение на покритията с текстилна мембрана, са били установени основните конструктивни принципи на някои съвременни висящи покрития. Например покритието „велариум“ на древните римски амфитеатри е предшественик на вантово окачените покривни конструкции. През този период се появяват и първите висящи мостове в Азия, в Южна и Северна Америка, които въвеждат използването на работещи на опън носещи въжета.



- 1) Предполагаемо решение на текстилното покритие на трибуните на Колизеума в Рим (снимка: H.Berger, 2005, стр.27)
- 2) Възстановка на Кръглата шатра на Хенри VIII, 1520г. (снимка: <https://www.theguardian.com>, посетена на 03.05.2018г.)

2.1.3. Висящи покривни конструкции и покрития с текстилен материал през XVIII и XIX век.

Металните носещи конструкции имат бурно развитие по време на индустриалната революция през XVIII-XIX век. Приложението на чугун и по-късно на стоманата в строителството и напредъкът на инженерните науки през този период, води до появата на конструктивни системи с работещи на опън основни носещи елементи. Тяхното приложение е предимно в мостовите съоръжения, но в края на XIX век се появяват и първите покривни конструкции, реализирани с висяща мембрана от ламарина и с висяща

мрежеста черупка, изпълнена от стоманени шини (павилионите в Нижни Новгород, дело на инж. В.Шухов). Конструкциите с текстилна мембрана през този период продължават да имат второстепенно значение в архитектурата. Пример са шатрите на големите пътуващи циркове от средата на XIX век, които са изнасяли представления в Европа и Америка.



- 1) Овален павилион в Нижни Новгород -1895г., инж. В.Шухов. Покривна конструкция с висяща мрежеста черупка.
- 2) Кръгъл павилион в Нижни Новгород -1985, инж. В.Шухов. Покривна конструкция с мрежеста черупка и висяща мембрана от стоманена ламарина. (снимка: <https://sergei-arsenev.livejournal.com>, посетена на13.03.2018г.)
- 3) Циркови шатри “Chapiteau” (снимки: Textile Institute, 2015).

2.1.4. Покрития с текстилна мембрана през средата на XX век. Творчеството на Фрай Отго.

Нов етап от развитието на съоръженията с текстилна мембрана започва от средата на XX век с утвърждаването на висящите конструкции¹⁰ в архитектурната практика. Виден представител на едно от направленията в архитектурата през този период, свързано с проучване и реализиране на леки висящи, вантови и пневматични покривни конструкции е немският архитект Фрай Отго. Благодарение на неговата работа, леките покрития с текстилна мембрана бързо се утвърждават като рационални и технологични решения.

Фрай Отго извежда четирите основни архитектурни форми при механично напрегнатите текстилни мембрани:

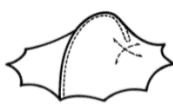
- 1) хиперболичен параболоид с две високи и две ниски точки;
- 2) комбинирана седловидна повърхнина с вълнообразна форма;
- 3) седловидна повърхнина с опорни арки;
- 4) конусовидна форма.



1.



2.



3.



4.

¹⁰ Възприето е определението за висящи конструкции на Р.Младжов: носеща конструкция, чиито основни носещи елементи са натоварени предимно с опънни усилия. Центърът на тежестта на общата система е разположен по-ниско от центъра на тежестта на опорните точки. (Младжов, 1987, стр.19)

С творчеството си Фрай Отто утвърждава и двете основни направления на нейното приложение в покривните конструкции: като основна или като второстепенна част от носещата конструкция.

Независимо от строително-технологичния напредък в средата на XX век, покритията с текстилна мембрана се прилагат основно за временни обекти (павилиони и паркови елементи). Покритията, които имат голяма застроена площ се изпълняват с висящи мрежести покривни конструкции. Пример са реализираните през 70-те години павилион на ФРГ за изложението в Монреал и Олимпийският комплекс в Мюнхен.

2.2. Анализ на световния опит в приложението на покрития с механично напрегната текстилна мембрана в края на XX и началото на XXI век.

Олимпийският стадион в Мюнхен и павилионът на ФРГ в Монреал коренно променят значението на леките покривни конструкции в архитектурата. Натрупаният опит води до усъвършенстване на строителните технологии. Текстилната мембрана в края на XX век започва да се прилага като основна носеща част при широкоплощни покрития.

В проектирането и изграждането на покривни конструкции с текстилна мембрана в края на XX век и началото на XXI век активно се включват едни от най-големите съвременни архитекти: Фрай Отто (Германия), Н. Гримшоу, П. Кук, Р. Роджърс, Н. Фостър, М. Хопкинс (Великобритания), Ренцо Пиано (Италия), Kisho Kurokava, Toyo Ito, F. Samin, Sh. Ben (Япония) и техните проектантски бюра Grimshaw & Partners, Samyn & Partners, Nikken Sekkei и т.н.

2.3. Покрития с механично напрегната текстилна мембрана в България

У нас първата значима реализация е текстилната мембрана, изпълнена при реконструкцията на предгаровия площад на Централна гара – София през 2003г. Съоръжението е демонтирано през 2012г. Проектанти са арх. М.Добрев и инж. Д.Даков. Не след дълго е изпълнено съвременно сгъваемо текстилно покритие на летния театър в Приморски парк, град Бургас, което също впоследствие е демонтирано. Друг значим обект в България е защитно временно покритие на археологически обект „Арена“ (кръгла каменна площадка) при дворцовия център на Плиска. Обектът е реализиран през 20016 г. Проектанти са арх. М. Цветкова и инж. Сл. Славейков. Разгледаните примери от България показват една положителна тенденция от последното десетилетие, механично напрегнати текстилни мембрани да се прилагат не само при малки слънцезащитни покрития, но и при големи широкоплощни съоръжения.

2.4. Изводи

1. До средата на миналия век приложението на покривни конструкции с текстилна мембрана се ограничава до изпълнение на временни обекти. От края

на XX век. покритията с текстилна мембрана имат широко приложение в различни функционални типове сгради и съоръжения:

- покрития на открити обекти: защита от атмосферни условия на търговски и изложбени площи, летни театри, пешеходни зони и паркинги;
- временни, преместваеми обекти: търговски и изложбени павилиони, сезонни покрития на спортни игрища, временни заслони при аварийни и бедствени ситуации, селскостопански сгради;
- защитни покрития на паметници на културата и на археологически находки;
- при реконструкция и адаптация на сгради от историческото архитектурно наследство;
- стационарни и отваряеми покриви на обществени сгради: спортни зали и стадиони, терминали, изложбени и търговски павилиони.

2. Развитието на строителните технологии от края на миналия век, качественият скок в производството на дълготрайни синтетични текстили, които притежават необходимата якост, както и усъвършенстването на знанията в областта на инженерната теория, утвърждават още в края на XX век покритията с текстилна мембрана като сигурни и трайни архитектурно-конструктивни решения с възможност за дълъг експлоатационен период.

3. Разширението на сферите на приложение на покритията с текстилна мембрана променя отношението на обществото, на архитектите и инвеститорите към тях. Те не се разглеждат само като временни инженерно-технически съоръжения, а като пълноценни архитектурни обекти, които имат не само утилитарни и строително-конструктивни, но и художествени качества.

4. Многообразието на архитектурни форми, реализиран с механично напрегнатата текстилна мембрана е неограничено. Възможностите се базират на четирите основни форми, изведени в средата на миналия век от немския архитект Фрай Отто (конусовидна /conic, high point/, хиперболична с две високи и две ниски точки /hipar/, седловидна с опорни арки /arch supported/ и вълнообразна /ridge and valley/).

5. При покритията с механично напрегната текстилна мембрана, мембраната може да бъде основна или второстепенна част от носещата конструкция. Нейните конструктивни функции в общата система на носещата конструкция (на пространствено ниво) определят пространствено-конструктивната структура и архитектурния образ на покритията.

Глава 3

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ, РЕАЛИЗИРАНА С МЕХАНИЧНО НАПРЕГНАТА ТЕКСТИЛНА МЕМБРАНА. АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ

3.1. Обща характеристика на висящите покривни конструкции

Бурното развитие на „текстилната архитектура“¹¹ към края на миналия век се основава на опита, натрупан от приложение на висящите носещи конструкции при изпълнение на покрития над стадиони, аудитории, спортни, експозиционни, търговски зали, летища и гари. Между висящите носещи конструкции и развитието на съвременните покрития с текстилна мембрана има структурна и строително-технологична обвързаност.

3.1.1. Основни принципи на конструктивно действие

Основните носещи архитектурно-конструктивни елементи на висящите носещи конструкции се окачват към корав опорен контур и работят предимно на опън, като се избягват огъващите моменти при поемане на вертикалните натоварвания (*Даков, 1993, стр.187*).

3.1.2. Основни носещи архитектурно-конструктивни елементи и техните конструктивни функции.

Основните носещи елементи на висящите конструкции са:

- 1) *висящи (окачени) конструктивни елементи*
- 2) *опорни конструктивни елементи.*

• Висящи (окачени) елементи

Висящите елементи с линейна конструктивна система се изпълняват като гъвкави или корави нишки. Гъвкавите висящи елементи (гъвкава нишка) поемат товарите само чрез работа на опън и се реализират от стоманени въжета или от стомана шини. Коравите висящи елементи (корава нишка) са с предварително конструирана параболична форма и работят на опън с огъване и на натиск при отрицателни товари. Те се изпълняват от валцувани или съставни пълностенни стоманени профили или като решетъчни греди - ферми.

Висящи елементи с повърхнинна конструктивна система (повърхнинна геометрия) са висящите мембрани и черупки. Те поемат товарите чрез работа на опън. Мембраната е тънкостенна повърхнина с конична форма, реализирана от тънки заварени стоманени листове. Тя има централен опънен и околоръстен натисков пръстен. Висящата черупка (обърнат свод или купол) е система от носещи стоманени въжета, която е стабилизирана със стоманобетонна повърхнина (*Даков, 1993, стр.187*).

• Опорни елементи

Опорните елементи са с линейна конструктивна система: мачти, стълбове (пилони), хоризонтални дискове, арки, рамки, пръстени. Опорните конструктивни елементи приемат възникналите хоризонтални сили от системата на висящите конструктивни елементи. **Контурните пръстени**

¹¹ „Текстилна архитектура“ е понятие, въведено от Фрай Отто в средата на миналия век. Включва архитектурни обекти, чиито покриви са реализирани с текстилен материал. Днес, освен в покривите, строителните текстили и фолия намират приложение и във фасадната обвивка и в интериорните решения.

работят на натиск, **централните пръстени** на опън. **Пилоните** (стълбове) работят на натиск и се стабилизират с обтегачи, закотвени във фундаменти.

3.1.3. Конструктивни функции на висящите покривни конструкции на пространствено ниво

Висящите носещи конструкции са много **деформативни**, което се дължи на преместванията, свързани с изменение на равновесната форма в съответствие с вида и разположението на външното натоварване.

Проблемите, които възникват от голямата деформативност на висящите носещи конструкции са следните:

- голяма чувствителност към динамични и временни натоварвания;
- проблеми свързани със строително-технологичното изпълнение на носещите и на допълващите елементи.

Стабилизиращата система е еднакво важна за пространствено-конструктивна структура на висящите конструкции както системата на окачените елементи.

Ограничаване на деформациите при висящите конструкции се постига:

- 1) чрез **увеличено собствено тегло – затежаване** (ненапрегнати еднопоясни конструкции с единична кривина);
- 2) чрез **закоравяване със стоманобетонна висяща черупка** (предварително напрегнати еднопоясни конструкции);
- 3) чрез **използване на корави основни носещи елементи** (ненапрегнати еднопоясни конструкции);
- 4) чрез **използване на напречни корави стабилизиращи греди** (предварително напрегнати еднопоясни конструкции);
- 5) чрез **система от носещи и стабилизиращи въжета** (предварително напрегнати двупоясни системи; предварително напрегнати еднопоясни системи - мембранни и мрежести висящи конструкции).

3.1.4. Видове висящи покривни конструкции

Във връзка с целите на настоящето изследване видовете висящи носещи конструкции ще бъдат разгледани според вида на носещата висяща и стабилизираща система, формата в план и вида на повърхнината.

Според вида на системата от носещи елементи, чрез която се поемат вертикалните товари, висящите конструкции се разделят на три основни групи. Тази класификация е възприета от изследването „Висящи конструкции“ (Младжов, 1987, стр.21).

Видовете висящи покривни конструкции според носещите елементи са:

- А.)** Висящи системи (еднопоясни; двупоясни и мембранни);
- Б.)** Вантови системи (конзолни вантови; гредови вантови системи);
- В.)** Комбинирани висящи системи (седловидни мрежести системи с централен гръбнак; седловидни мрежести системи с кръстосващи се рамки; вантово-висящи системи; вантово-пневматични системи).

А. Висящите системи са покривни конструкции, при които основните носещи елементи са с криволинейно очертание (обърната парабола или параболична крива - catenary) и работят предимно на опън като гъвкава или корава нишка. Висящи системи се разделят в три подгрупи – **А.1. еднопоясни;** **А.2. двупоясни** и **А.3. мембранни**. В зависимост от вида на носещите и стабилизиращите елементи, отделните подгрупи са обобщени в **Таблицы №1, №2 и №3**, отделно за всяка подгрупа.

Б. Вантовите системи са висящи конструкции, при които основните носещи елементи са праволинейни наклонени под ъгъл опънати въжета (ванти). Опорната конструкция се състои от пилони (стълбове) и закотвящи ванти. Към основните носещи ванти са закачени корави второстепенни елементи, оформящи покритието и възпрепятстващи деформациите от неравномерно натоварване. Тази група няма такова голямо разнообразие, както висящите системи. Отделните видове **вантови носещи конструкции** се определят от различното решение на второстепенната конструкция на покритието, която може да бъде **конзолна, проста или непрекъсната греда или гредова скара**. Вантовите системи, в зависимост от вида на окачените елементи, могат да бъдат разделени на две подгрупи: **Б.1. конзолни** и **Б.2. гредови**. Представени са в **Таблица №4**.

В. Комбинираните висящи системи е разделят на три подгрупи, които са представени в **Таблица №4**.

В.1. и В.2. Висящи седловидни мрежести конструкции с централен гръбнак или с кръстосващи се рамки имат ясно изявена макроструктура. Те са еднопоясни мрежи със седловидна повърхнина, изпълнени от окачени и напрягащи въжета, които имат периферен опорен пръстен, комбиниран с различна по вид главна носеща конструкция: централен гръбнак, кръстосващи се рамки или система от централни окачени (висящи) кабели.

В.3. Вантово- висящи системи са висящи двупоясни носещи конструкции на кръгова основа, при които външният опорен пръстен е допълнително окачен с ванти към околвърстни периферни стълбове.

В.4. Вантово-пневматичните системи са комбинирани висящи конструкции, които се състоят от надуваема лещовидна мембрана, която има външен пръстен. Пръстенът е окачен чрез ванти към периферни стълбове.

Наред с архитектурно-технологичните предимства, висящите покривни конструкции имат някои експлоатационни проблеми, свързани с тяхната голяма деформативност. Монтажът на изолиращите пластове и на основата необходима за тях трябва да бъде съобразен с напреженията, предизвикани от големите деформации.

Таблица №1

А. ВИСЯЩИ НОСЕЩИ ПОКРИВНИ КОНСТРУКЦИИ според носещата и стабилизиращата система

A.1. ЕДНОПОЯСНИ	висящи (окачени) елементи (положителни товари)	стабилизиращи елементи (отрицателни товари)	опорни елементи	план	повърхнина
A.1.1. ВИСЯЩИ ЧЕРУПКИ <i>предварително напрегнати</i>	система от носещи въжета <i>успоредни или радиални</i>	стоманобетонна черупка <i>сглобяемо-моноплитна</i>	стойки, рамки с ригел (диск) в равнината на покритието, външен и вътрешен пръстен, централна стойка	правоъгълен	обърнат свод
A.1.2. СИСТЕМА ОТ ВИСЯЩИ КОРАВИ ЕЛЕМЕНТИ <i>предварително напрегнати</i>	корави пълностенни греди или ферми <i>с обвяхата параболна форма успоредни или радиални</i>		стойки, рамки с ригел (диск) в равнината на покритието, външен и вътрешен пръстен, централна стойка	правоъгълен	обърнат свод
A.1.3. СИСТЕМА С НАПРЕЧНИ КОРАВИ ГРЕДИ <i>предварително напрегнати</i>	система от носещи въжета <i>успоредни или радиални</i>	корави греди (пълностенни) <i>напречни или пръстеновидни</i>	стойки, рамки с ригел (диск) в равнината на покритието, външен и вътрешен пръстен, централна стойка	правоъгълен	обърнат свод
A.1.4. СЕДЛОВИДНИ МРЕЖЕСТИ СИСТЕМИ <i>предварително напрегнати</i>	система от носещи въжета <i>въдъбната параболна форма успоредни в едноото направление</i>	система от стабилен въжета <i>извъбната параболна форма успоредни в другото направление</i>	опорни контурни рамки или арки	правоъгълен	хиперболична
A.1.5. ВИСЯЩИ МРЕЖЕСТИ СИСТЕМИ <i>предварително напрегнати</i>	система от носещи въжета <i>въдъбната параболна форма успоредни в едноото направление</i>	система от стабилен въжета <i>извъбната параболна форма успоредни в другото направление</i>	опорни пилони (стойки), мачти, окачащи ванти <i>външни или вътрешни и външни</i>	МНОГОЪГЪЛЕН СВОБОДНА ФОРМА КРЪГЪЛ, ОВАЛЕН	хиперболична конусовидна

Видове висящи еднопоясни носещи покривни конструкции. (Л.Косева)

Основни характеристики: висящи елементи; стабилизираща елементи; опорни елементи, форма в план, вид на повърхнината.

Таблица №2

А. ВИСЯЩИ НОСЕЩИ ПОКРИВНИ КОНСТРУКЦИИ според носещата и стабилизиращата система

А.2. ДВУПОЯСНИ	висящи елементи (окачени) (положителни товари)	стабилизиращи елементи (отрицателни товари)	опорни елементи	план	повърхнина
А.2.1. ВЪЖЕНИ ФЕРМИ ПРИ ПРАВОЪГЪЛЕН ПЛАН <i>предварително напрегнати</i>	система от носещи въжета (въдълбната параболна форма) свързващи корави профили или обетки	система от носещи въжени ферми (двойно излъкнати) параболна форма) свързващи корави профили или обетки	опорни пилони (стойки), мачти въшци	правоъгълен	обърнат свод изъкнал свод зависи от въжната ферма двойно излъкната, двойно въдълбната, колонирана
А.2.2. ВЕЛОСИПЕДНО КОЛЕЛО <i>предварително напрегнати</i>	система от долни праволинейни въжета <i>радиални</i>	система от горни праволинейни въжета <i>радиални</i>	външен пръстен подпрян на колони вътрешен пръстен (централен барабан)	кръгъл, овален	пресечен конус с малка височина
А.2.3. ВЪЖЕНИ ЛЕЩИ ПРИ КРЪГЪЛ (ОВАЛЕН) ПЛАН <i>предварително напрегнати</i>	система от носещи въжени ферми (двойно излъкнати) долен пояс от стабилизиращи въжета (въдълбната параболна форма) свързващи корави профили или обетки <i>радиални</i>	система от носещи въжени ферми (двойно излъкнати) долен пояс от стабилизиращи въжета (въдълбната параболна форма) свързващи корави профили или обетки <i>радиални</i>	външен пръстен подпрян на колони вътрешен пръстен	кръгъл, овален	купол с малка стрелка
А.2.4. ВЪЖЕНИ ФЕРМИ (ребресто укрепени) <i>предварително напрегнати</i>	система от носещи въжени ферми (двойно въдълбнати) или с усъреднени пояси горен пояс от въжета (въдълбната параболна форма) долен пояс от профили (излъкната или въдълбната парабол. форма) свързващи корави профили или обетки <i>радиални</i>	система от носещи въжени ферми (двойно въдълбнати) или с усъреднени пояси горен пояс от въжета (въдълбната параболна форма) долен пояс от профили (излъкната или въдълбната парабол. форма) свързващи корави профили или обетки <i>радиални</i>	външен пръстен подпрян на колони вътрешен пръстен	кръгъл, овален	обърнат купол с малка стрелка
А.2.5. ВИСЯЩИ СИСТЕМИ СТАБИЛИЗИРАНИ С ТЕПЛО не са <i>предвар.</i> <i>напрегнати</i>	система от долни въжета (въдълбната параболна форма) <i>радиални</i>	затезаваща надстройка надстройката няма носеща функция увеличава телото осигурява отводняването	външен пръстен подпрян на колони вътрешен пръстен	кръгъл, овален	купол с малка стрелка определен от надстройката
А.2.6. КУПОЛИ НА ПРИНЦИПАНА "ТЕНСЕГРИТИ" <i>предварително напрегнати</i>	двупоясни пространствени мрежи - горни радиални праволинейни въжета; - долни радиални праволинейни въжета - свързващи корави профили между горните и долните мрежи; - концентрични и диагонални въжета	двупоясни пространствени мрежи - горни радиални праволинейни въжета; - долни радиални праволинейни въжета - свързващи корави профили между горните и долните мрежи; - концентрични и диагонални въжета	външен пръстен подпрян на колони (вътрешен пръстен) при частични покрития над трибуни и др.	кръгъл, овален	купол с малка стрелка

Видове висящи двупоясни носещи покривни конструкции. (Д.Косева)

Основни характеристики: висящи елементи; стабилизираща елементи; опорни елементи, форма в план, вид на повърхнината.

Таблица №3

А. ВИСЯЩИ НОСЕЩИ ПОКРИВНИ КОНСТРУКЦИИ според носещата и стабилизиращата система

А.3. мембранни	висящи (окачени) елементи (положителни товари)	стабилизиращи елементи (отрицателни товари)	опорни елементи	план	повърхнинна
А.3.1. МЕМБРАНА ОТ СТОМАНЕНА ЛАМАРИНА <i>предварително напрегнати</i>	работеща на опън мембрана от тънка листова стомана	тежък централен опънен пръстен осигурява <i>напрягането</i> на мембраната	външен пръстен <small>подпорен на колонни</small> вътрешен пръстен <small>затезаващ</small>	кръгъл, овален	обърнат пресечен конус
А.3.2. МЕМБРАНА ОТ ТЕКСТИЛ					
МЕМБРАНА ОТ ТЕКСТИЛ <i>с механично</i> <i>предварително напрегане</i>	работеща на опън мембрана от текстилен материал <i>(при необходимост аварийни стабилизиращи въжета)</i>	пилони (стойки), мачти, окачващи ванти	външен пръстен, вътр. пръстен, централна стойка	правоъгълен кръгъл, овален свободен	с отрицателна двойна гаусова кривина равнинни
МЕМБРАНА ОТ ТЕКСТИЛ <i>с пневматично</i> <i>предварително напрегане</i>	работеща на опън мембрана от текстилен материал <i>(при необходимост аварийни стабилизиращи въжета)</i>	външен пръстен	натягащи въжета	правоъгълен кръгъл, овален свободен	с положителна двойна гаусова кривина
МЕМБРАНА ОТ ТЕКСТИЛ <i>пневматично и</i> <i>механично напрегнати части</i>	работеща на опън мембрана от текстилен материал <i>(при необходимост аварийни стабилизиращи въжета)</i>	пилони (стойки), мачти, окачващи ванти	външен пръстен, вътр. пръстен, централна стойка	правоъгълен кръгъл, овален свободен	сложна форма части с положителна и части с отрицателна гаусова кривина

Видове висящи мембранни (еднопоясни) носещи покривни конструкции. (Д.Косева)

Основни характеристики: висящи елементи; стабилизираща елементи; опорни елементи, форма в план, вид на повърхнинната.

Таблица №4

Б. според окачената чрез ванти система от елементи

ВАНТОВИ ПОКРИВНИ КОНСТРУКЦИИ

ВИДОВЕ	висящи (окачени) елементи (положителни товари)	окачени елементи	стабилизиращи елементи	опорни елементи	план	повърхнина
КОНЗОЛНИ ВАНТОВИ СИСТЕМИ	праволінейно наклонено въже	конзолни греди или конзолни арки	стабилизиращи от собствено тегло	пилони и закотвящи ванти	правоъгълен сегмент от кръг	равнинна цилиндрична
Б.1.	напряганото между опорните елементи и окачените елементи	успоредни или рабдални			кръгъл овален (рядко)	
ГРЕДОВИ ВАНТОВИ СИСТЕМИ	праволінейно наклонено въже	греди или арки	стабилизиращи от собствено тегло	пилони и закотвящи ванти	правоъгълен	равнинна цилиндрична
Б.2.	напряганото между опорните елементи и окачените елементи	успоредни или рабдални				

В. КОМБИНИРАНИ ВИСЯЩИ ПОКРИВНИ КОНСТРУКЦИИ

ВИДОВЕ	висящи (окачени) елементи (положителни товари)	стабилизиращи елементи (отрицателни товари)	опорни елементи	план	повърхнина
В.1.	система от носещи въжета с вълшебата параболична форма	система от стабилизиращи въжета с параболична форма	външен опорен пръстен и централна опорна арка	правоъгълен кръгъл, овален	две седловидни повърхнини
В.2.	система от носещи въжета с вълшебата параболична форма	система от стабилизиращи въжета с параболична форма	външен опорен пръстен и кръстосващи се опорни арки	правоъгълен кръгъл, овален	няколко седловидни повърхнини
С КРЪСТОСВАЩИ СЕ РАМКИ	успоредни в еднопотоно направление	успоредни в другото направление			
В.3.	макроструктура: мощен междинен пръстен, окачен чрез ванти към периферни стълбове	макроструктура: междинен пръстен, окачен чрез ванти към периферни стълбове	пилони и закотвящи ванти	кръгъл, овален	купол с малка стрелка
ВАНТОВО-ВИСЯЩИ СИСТЕМИ	висяща двупосовна система на кръгова основа	висяща двупосовна система на кръгова основа	пилони и закотвящи ванти	кръгъл, овален	с положителна двойна гаусова кривина
В.4.	мощен междинен пръстен, окачен чрез ванти към периферни стълбове	мощен междинен пръстен, окачен чрез ванти към периферни стълбове	междинен пръстен (външен пръстен за пневматичната мембрана)	кръгъл, овален	лещовидна форма

Видове вантови и комбинирани носещи покритвни конструкции. (Д.Косева)

Основни характеристики: носещи елементи; стабилизиращи елементи; опорни елементи; форма в план, вид на повърхнината.

3.2. Обща характеристика на носещата конструкция, реализирана с текстилна мембрана. Сравнителен анализ с висящите покривни конструкции.

Благодарение на технологичния напредък, който подобрява физико-механичните характеристики на строителните текстили, еднопоясните висящи системи от предварително напрегната мрежа от стоманени въжета започват да се реализират от механично напрегната текстилна мембрана. При мрежата от носещи и стабилизиращи въжета се изисква допълнително изпълнение на носеща основа за полагане на изолационните пластове. Текстилната мембрана е ефективна еднослойна структура, която е част от носещата конструкция на покрива и е едновременно водозащитна покривка.

Строителният текстил се състои от основни нишки и вътък. Аналогично на действието на висящите мрежести конструкции, натоварванията се поемат от направлението на основните нишки, а отрицателните товари се поемат от нишките на вътъка на текстилния плат. В зависимост от това, кои товари са големи, положителните (от сняг) или отрицателните (от вятър) се избира направлението на основните нишки, които трябва да имат винаги вдлъбната кривина.

Направен е сравнителен анализ на елементите на висящите мрежести и седловидни конструкции, комбинираните висящи конструкции с централен гръбнак или с кръстосващи се рамки (арки) и конструкциите с механично напрегната текстилна мембрана, който е представен в **Таблица №5**.

Разгледаните дотук проблеми водят до следното заключение:

Носещите покривни конструкции с механично напрегната текстилна мембрана са архитектурно-технологично развитие на еднопоясните предварително напрегнати висящи конструкции, реализирани с мрежа от окачени (висящи) и стабилизиращи въжета.

В зависимост от конструктивните функции на текстилната мембрана в системата на носещата конструкция, покривите се разделят на два вида:

1. Покриви, при които механично напрегната текстилна мембрана е основна част от системата на носещата конструкция. Това са вид еднослойни висящи конструкции, при които повърхнината е изпълнена с предварително напрегнат текстилен материал. Текстилният материал едновременно с основната конструктивна функция е водозащитна покривка.

2. Покриви, при които механично напрегната текстилна мембрана е второстепенна част от системата на основната носеща конструкция и представлява основно водозащитна покривка.

Таблица №5

**ВИСЯЩИ ЕДНОПОЯСНИ ПОКРИВНИ КОНСТРУКЦИИ
СЕДЛОВИДНИ, МРЕЖЕСТИ, КОМБИНИРАНИ И С МЕХАНИЧНО НАПРЕГНАТА ТЕКСТИЛНА МЕМБРАНА**

	А. ВИСЯЩИ		А.3. мембранны	В. КОМБИНИРАНИ
	А.1. висящи еднопоясни	А.3.2.1. МЕМБРАНА ОТ ТЕКСТИЛ С МЕХА- НИЧНО НАПРЕГАНЕ		
ЕЛЕМЕНТИ	А.1.4. СЕДЛОВИДНИ МРЕЖЕСТИ СИСТЕМИ предварително напрегнати	А.1.5. ВИСЯЩИ МРЕЖЕСТИ СИСТЕМИ предварително напрегнати	предварително напрегнати	В.1. СЕДЛОВИДНИ МРЕЖЕСТИ СИСТЕМИ С ЦЕНТРАЛЕН ГРЪБНАК предварително напрегнати
	система от НОСЕЩИ ВЪЖЕТА с вдлъбната параболична форма успоредни в едноото направление	система от НОСЕЩИ ВЪЖЕТА с вдлъбната параболична форма успоредни в едноото направление	работеща на опън мембрана от текстилен материал	система от НОСЕЩИ ВЪЖЕТА с вдлъбната параболична форма успоредни в едноото направление
висящи (окачени) елементи (ПОЛОЖИТЕЛНИ ТОВАРИ)	система от НОСЕЩИ ВЪЖЕТА с вдлъбната параболична форма успоредни в едноото направление	система от НОСЕЩИ ВЪЖЕТА с вдлъбната параболична форма успоредни в едноото направление	—	система от НОСЕЩИ ВЪЖЕТА с вдлъбната параболична форма успоредни в едноото направление
стабилиз- елементи (ОТРИЦАТЕЛНИ ТОВАРИ)	стабилизиращи въжета с излъчната параболична форма успоредни в другото направление	стабилизиращи въжета с излъчната параболична форма успоредни в другото направление	—	система от стабилизиращи въжета с излъчната параболична форма успоредни в другото направление
опорни елементи	контурини рамки (арки) или външен огънат пръстен	- опорни пилони, мачти - окачващи ванти	- пилони , мачти - окачващи ванти - външен пръстен, - вътрешен пръстен	система от стабилизиращи въжета с излъчната параболична форма успоредни в другото направление
водозащитна покривка с ОСНОВА	хидроизолация или обшивка от ламарина	хидроизолация или обшивка от ламарина	—	външен пръстен и централна арка или рамка
водозащитна покривка Без ОСНОВА	текстилна мембрана	текстилна мембрана	—	хидроизолация или обшивка от ламарина
				текстилна мембрана

Висящи еднопоясни, висящи мембранны и висящи комбинирани носещи покривни конструкции. (Д.Косева)

Елементи: висящи (окачени) елементи; стабилизираща елементи; опорни елементи; водозащитна покривка.

3.3. Основни носещи архитектурно-конструктивни елементи при покритията с механично напрегната текстилна мембрана

Текстилните мембрани са вид пространствено действащи, еднослойни (еднопоясни) предварително напрегнати висящи конструкции, следователно основните носещи елементи са подобни на тези при висящите системи.

Основните носещи архитектурно-конструктивни елементи при покритията с механично-напрегната текстилна мембрана са:

- 1) *носещи елементи, натоварени на опън - текстилна мембрана;*
- 2) *опорна и стабилизираща система.*

Текстилната мембрана е носещ архитектурно конструктивен елемент, който представлява работеща на опън тънкостенна повърхнина, реализирана от предварително напрегнат строителен текстил. Опорната система е система от носещи архитектурно-конструктивни елементи, които поемат и отвеждат хоризонталните сили от текстилната мембрана към земната основа. Стабилизиращата система се състои от специализирани носещи архитектурно-конструктивни елементи, осигуряващи геометричната неизменяемост на носещата конструкция.

3.3.1. Текстилна мембрана. Конструктивни и пространствено-оформящи функции

Формообразуващите принципи на текстилната мембрана се определят от нейните конструктивни функции на елементно ниво (разгледана, като отделен архитектурно-конструктивен елемент).

3.3.1.1. Общи сведения за строителните текстили

Строителният текстил се състои от полимерен плат (база) и покрития, гарантиращи съхранение на механичните характеристики на тъканта през периода на експлоатация. Текстилните материали се изготвят от изтъкани в пакет основни нишки и вътък. Основните нишки и нишките на вътъка имат различни характеристики поради процеса на изтъкване на базата. Тази разлика при съвременните текстилни материали е силно редуцирана, което се постига чрез различни начини на изтъкване на базата или чрез предварително напъгане на нишките преди полагане на защитното покритие.

3.3.1.2. Конструктивни функции на текстилната мембрана на детайлно (елементно) ниво

- **Конструктивна функция вид и степен на деформации**

Текстилните мембрани могат да поемат натоварвания само чрез опън, защото не притежават огъвна коравина поради малката им дебелина ($t=0,5-2\text{mm}$). (Танев, 2005, стр.31).

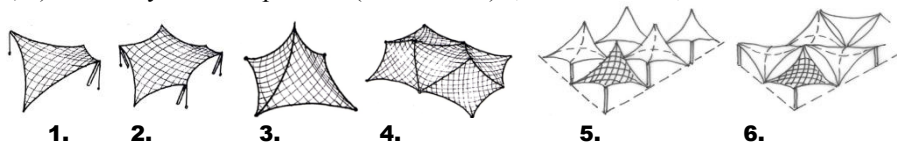
Условието в мембраната да възникват само опънни напрежения се осигурява от предварително налягане. Предварителното налягане на текстилния материал стабилизира формата на мембраната.

Предварителното налягане е най-ефективно при форми с двойна гаусова кривина. Равнинните предварително налягнати мембрани се прилагат рядко само при ограничени по площ покрития, защото при тях дори малки натоварвания предизвикват големи деформации (Knippers, 2011, стр. 146). Строителните текстили имат ниска коравина на срязване, което позволява лесен разкрой на материала. Това дава възможност да се реализират повърхнини със сложна геометрия. В настоящето изследване са приети две дефиниции за повърхнините със сложна геометрия **комбинирана и модулна повърхнина**.

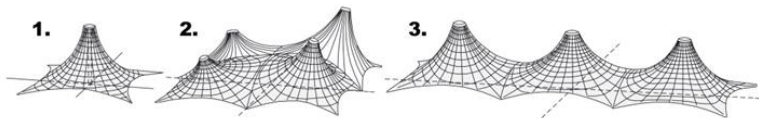
Текстилната мембрана е с **модулна повърхнина**, когато нейните части са завършени по форма и могат да се изпълнят като самостоятелни. При **комбинираната повърхнина** отделните части са свързани и реализират общата геометрична форма на мембраната.

Повърхнините с двойна гаусова кривина се моделират от два вида мрежа от нишки: ортогонална и радиална. Базовите форми са хиперболичният параболоид и конусовидната форма.

Хиперболичният параболоид е най-простата форма, която е образувана от ортогонална мрежа от изпъкнали и вдлъбнати параболы. Минималният брой на опорите е четири, защото при четири опори е достатъчно само една от тях да бъде в различна равнина от останалите, за да се образува повърхнина с двойна отрицателна кривина. Най-често опорите оформят две високи и две ниски точки (схема 1.). По периферията на мембраната могат да се предвидят и повече от четири опорни точки (схема 2). С базова форма хиперболичен параболоид се реализират комбинирани (схема 3, 4) или модулни повърхнини (схема 5 и 6). (Frei Otto, 1973)



Конусовидната форма е ротационна повърхнина с централна ос, развита спрямо кръгова основа. Мрежата се състои от радиално развити спрямо една централна точка нишки, конструирани като криви (парабола или catenary), които се пресичат с друга мрежа от концентрични кръгови нишки. Базовата конусовидна форма може да бъде с кръгова, квадратна или многоъгълна планова основа (схема 1). Могат да се изпълняват комбинирани повърхнини (схема 2) или модулни повърхнини (схема 3).



Големите деформации на текстилната мембрана са характерна съвременна особеност. Мембраната реализира големи премествания като същевременно запазва равновесното си състояние. Това позволява тя да поема външни натоварвания единствено чрез работа на опън.

- **Конструктивна функция приемане, разпределение и предаване на товарите**

Текстилните мембрани са с повърхнинна конструктивна система. Те разпределят външните товари във всички направления по формата на своята повърхнина. Опънните сили в мембраната трябва да бъдат еднакви и равномерно разпределени. Това налага геометрията на повърхнината да бъде търсена величина и този процес на намиране на формата в чуждестранната литература се нарича „Form finding“ или „Shape finding“. **Формообразуването при текстилните мембрани се основава на условието да се намери геометрията на напрегната повърхнина, която е в равновесие при предварително зададен опорен контур.** Равновесното състояние на формата може да бъде намерено чрез мащабни макети или чрез числени модели, основани на методите на строителната механика и нелинейния деформационен анализ.

Текстилната мембрана предава товарите на елементите от опорната система, концентрирано към точков опорен контур (пилони, мачти или ванти), или равномерно към линеен опорен контур (арки, рамки или пръстени). Контурът на мембраната се оформя с усилване от гъвкави бордови елементи (колани, стоманени въжета, шини) или от корави елементи (профили).

- **Конструктивна функция пространствена устойчивост**

Основна характеристика на текстилната мембрана е нейната „гъвкавост“ и под „неизменяемост и стабилност“ трябва да се разбира отсъствие на промяна на знака на гаусовата кривината на повърхнината на мембраната при натоварване. Ветровите въздействия предизвикват трептения (флатер), натоварванията от сняг и от задържане на вода могат да доведат до инверсия на формата на повърхнината¹², което често става причина за разкъсване на текстилната тъкан. При формообразуването на мембраната трябва да се проверява за опасност от образуване на „водни и снежни торби“. Изследването се прави не само за равновесното състояние на формата, но и при най-

¹² Инверсия на формата на повърхнината – зони с положителна гаусова кривина

големите деформации, вследствие на външните натоварвания. Това налага специфично архитектурно и конструктивно-изчислително моделиране.

3.3.1.3. Пространствено-оформящи функции на текстилната мембрана

На елементно ниво пространствено-оформящите функции на мембрана се проявяват чрез въздействието на текстилния материал. Неговата прозрачност, гладкост и белият цвят имат голямо значение за постигане на художествените качества на архитектурната форма на пространствено ниво.

- **Пространствено-разделяща функция**

Текстилната мембрана отделя вътрешното от външното пространство. Нейната светлопропускливост влияе върху начина на възприемане на тази граница. Тя не е рязка и отчетлива. Архитектурното пространство силно се трансформира чрез дифузната дневна светлина. Прозрачността на текстилния материал позволява да се постигнат художествени качества чрез експресивно нощно осветление. Белият цвят е неутрален и може да има различно въздействие. Чрез него покритията могат да се открийт и излявят или дискретно да се впишат в контекста на средата. Белият цвят създава спокойна атмосфера във вътрешното пространство, което позволява провеждането на разнообразни утилитарни функции.

- **Пространствено-определяща функция**

В композиционно отношение на пространствено ниво художествената изява на конструктивните функции на мембраната създава основния тектоничен образ на архитектурната форма. Деформациите са ясно изразени чрез липсата на маса и гъвкавостта на текстилната тъкан. Динамичните форми на тънкостенните напрегнати черупки са художествен израз на статическите им принципи на действие. Техният живописен силует има определящо значение за обемно-пространственото решение на архитектурната форма.

3.3.2. Опорни елементи. Конструктивни и пространствено-оформящи функции

Опорните елементи при покритията с текстилна мембрана са подобни на тези при висящите покривни конструкции.

В зависимост от конструктивната система, опорните елементи и конструкции могат да бъдат разделени в две групи:

- 1) Опорни елементи с линейна конструктивна система;
- 2) Опорни конструкции с повърхнинна (в частност равнинна) и обемно-повърхнинна конструктивна система.

Опорни елементи с линейна конструктивна система.

С линейна конструктивна система са *пилони (стойки), мачти, греди, носещи и анкерирани ванни, рамки, арки и опорни пръстени*. При покритията с текстилна мембрана тези елементи в зависимост от материалите

и от подеlementите, от които са изпълнени могат да имат плътна, решетъчна или клетъчна структура.

Опорни конструкции с повърхнинна (в частност равнинна) и обемно-повърхнинна конструктивна система са елементи „...имащи форма на различни повърхнини (равнини), по които се разпределят товарите и усилията“ (Тилев, 2013., стр. 248). Това са *гредови скари, системи от рамки или арки, пространствено-прътови (структурни)¹³ плочи, въжени мрежи, висящи двупоясни системи, вантови конструкции*. Тези опорни за мембраната конструкции имат равнинно или повърхнинно действие спрямо общата система на носещата конструкция. *Пространствено-прътовите черупки са с обемно-повърхнинна конструктивна система*. Те имат „...завършени и цялостни архитектурни форми чиито пространствени характеристики пряко произлизат от осигуряването на пространствената устойчивост“ (Тилев, 2013, стр. 249). При покритията с текстилна мембрана опорните конструкции с повърхнинна и обемно-повърхнинна конструктивна система винаги имат решетъчна структура, защото са съставени от подеlementи с линейна геометрия, а свързващите ги възли са точкови.

Видът и местоположението на опорните елементи и конструкции имат определящо значение за геометрията на мембраната и за начина на поемане на опънните хоризонтални сили. Конструктивната система и схема на опорните елементи играят важна роля за сформирването на пространствено-конструктивната структура на покритията, реализирани с механично напрегната текстилна мембрана.

3.3.2.1. Конструктивни функции на опорните елементи на детайлно (елементно) ниво

Опорни елементи с линейна конструктивна система

• Конструктивна функция вид и степен на деформации

Стълбове (пилони), мачти са вертикални или наклонени решетъчни или пълностенни елементи, които чрез натиск поемат опорните вертикални сили. *Вантите* са наклонени, опънати въжета между стълбове или мачти и между окачената чрез тях текстилна мембрана. *Опорните пръстени* поемат чрез натиск равномерните опънни хоризонтални усилия от мембраната, а неравномерните, предизвикани от несиметрични натоварвания чрез натискови и огъващи усилия. *Анкерите* са закотвящи устройства, чрез които се предават опънните сили на фундаменти. Степента на деформации зависи от структурата на елементите и от размера на напречното им сечение.

¹³ Структурни плочи и черупки е название за пространствена решетъчна конструкция изградена от типови елементи чрез универсални възлови съединения. Определението е дадено от инж. Льо Риколе през 40-те години на ХХв. (Д. Даков, 2004, стр...)

- **Конструктивна функция приемане, разпределение и предаване на товарите**

Опорните елементи с линейна конструктивна система са „...елементи, при които товарите се предават в строго установени направления с формата на прави, криви или начупени линии...“ (Тилев,2013г.,стр.248). Те поемат хоризонталните сили от текстилната мембрана и ги предават чрез фундаменти на земната основа.

- **Конструктивна функция пространствена устойчивост**

В зависимост от начина на осигуряване на пространствената устойчивост, **пилоните** могат да бъдат запънати във фундамент единични елементи или съставени от две или три свързани части, които оформят „Л“ или „П“ – образна форма (Младжов,1987г.,стр.65). Опорите могат да бъдат реализирани като „трипод“, като всяка от трите части може да поема натискови и опънни сили в зависимост от вида и посоката на хоризонталните товари. **Мачтите** са високи вертикални или наклонени опори, които имат ставна връзка с фундаментите и се нуждаят от специализирани елементи за осигуряване на пространствена устойчивост. Състоят се от корави профили, които поемат натискови сили и стабилизиращи обтяжки. **Опорните пръстени** могат да лежат в една равнина или да са огънати, така че да образуват уравновесена система с текстилната мембрана. **Запънатите рамки и арки** представляват пространствено устойчива система спрямо хоризонтални сили, действащи в посоката на тяхната равнина. Те могат да бъдат вертикални или наклонени, така че да „балансира“ хоризонталните сили от мембраната.

Опорни елементи и конструкции с повърхнинна (в частност равнинна) и обемно-повърхнинна конструктивна система

Гредовите скари, структурните плочи и черупки, висящите и вантовите системи, системите от арки и рамки са носещи покривни конструкции за зални пространства. При тези съоръжения механично напрегната текстилна мембрана има второстепенна роля в системата на носещата конструкция и представлява водозащитната покривка. Независимо от това, тези носещи конструкции ще бъдат разгледани като опорна конструкция на мембраната. Техните конструктивни функции са разгледани в редица учебници и тук няма да бъдат представени.

3.3.2.2. Пространствено-оформящи функции на опорните елементи и конструкции

Пространствено-оформящите функции на опорната система на детайлно (елементно) ниво се определя от собствената структура и от материала на елементите. Те се изпълняват като решетъчни или пълностенни, най-често от тръбни стоманени профили или от профили от лепена дървесина.

Пространствено-оформящите функции на детайлно ниво трябва да се разглеждат като художествена характеристика на отделните елементи, която има значение за композиционното решение на пространствено ниво.

• **Пространствено-разделяща функция**

Стълбовете, мачтите, вантите, арките, рамките и опорните пръстени нямат пространствено-разделяща функция, защото са линейни елементи, които не могат да създават граници в пространството. При мрежестите черупки и плочи изявата на пространствено-разделящата функция е по-ясна, което се определя от гъстотата на пространствената решетка. Тази гъстота усилва тяхното възприемане като цялостни архитектурни форми.

• **Пространствено-определяща функции**

На пространствено ниво значение има външният контур на покритието. При отворените покрития, активна е изявата както на опорните елементи по периферията, така и на тези, които са вътрешни. Стълбовете и мачтите най-често са наклонени и действат като „балансори“ спрямо усилията от работещата на опън текстилна мембрана. Арките могат да бъдат наклонени или вертикални, пръстените усукани или лежащи в една равнина. Излизащите от ортогоналната геометрия опорни елементи имат силно пространствено въздействие. Това се дължи на визуалната динамика, постигната чрез художествената изява на техните статически принципи на действие. Не случайно, Бруно Дзеви определя архитектурния образ на текстилните покрития като „...безтегловни палатки и прозрачни мембрани, прободени от антени, драматични и рисковани“ (Дзеви, 1984, стр.321). При съставните прътови колони, арки, рамки, пръстени, както и при структурните плочи и черупки, въздействието на тяхната собствена решетъчна структура в архитектурното пространство е подсилено от прозрачния фон, създаден от бялата текстилна тъкан.

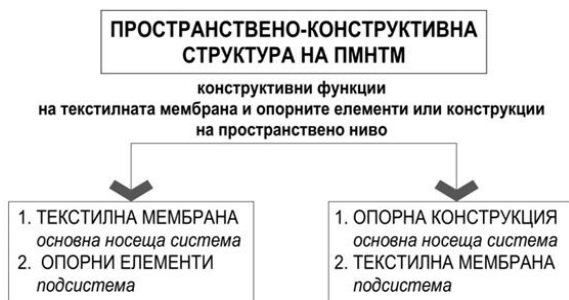
Глава 4

ПРОСТРАНСТВЕНО-КОНСТРУКТИВНА СТРУКТУРА НА ПОКРИТИЯТА С МЕХАНИЧНО НАПРЕГНАТА ТЕКСТИЛНА МЕМБРАНА. АРХИТЕКТУРНО -КОМПОЗИЦИОННИ ВЪЗМОЖНОСТИ

4.1. Конструктивни функции на структурно (пространствено) ниво. Видове пространствено-конструктивни структури на покритията с механично-напрегната текстилна мембрана.

Конструктивните функции на пространствено (структурно) ниво трябва да се разглеждат като общ принцип на действие на основната носеща конструкция. Той се определя от пространствения модел, който зависи от геометрията на носещите елементи, от местоположението им един спрямо друг и от вида на връзките между тях (Тилев, 2013, стр.243).

В зависимост от конструктивните функции на текстилната мембрана и на опорните елементи на структурно (пространствено) ниво, пространствено-конструктивната структура на покритията с механично напрегната текстилна мембрана се разделя на два основни вида.



1) Пространствено-конструктивна структура, при която текстилната мембрана и опорните елементи образуват една система.

При този тип покривни конструкции текстилната мембрана има основна носеща и стабилизираща функция и опорните елементи са нейна неразделна подсистема. Компрометирането на текстилната мембрана води до разрушаване на съоръжението.

2) Пространствено-конструктивна структура, която се състои от главна носеща конструкция и текстилна мембрана с второстепенна функция.

При тези покрития натоварванията се поемат от главна носеща конструкция, която осигурява и пространствената устойчивост. Компрометирането на мембраната не води до разрушаване на съоръжението.

4.2. ПОКРИТИЯ, ПРИ КОИТО ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА Е ГЛАВНА ЧАСТ ОТ НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ

При покритията от този вид опорните елементи са с линейна конструктивна система (пилони, мачти, греди, арки, рамки, пръстени). Мембраната има основна конструктивна функция и едновременно с това играе роля на водозащитна покривка.

4.2.1. Конструктивни функции на структурно (пространствено) ниво

4.2.1.1. Конструктивна функция: приемане, разпределение и предаване на товари

Товарите и въздействията при покритията с текстилна мембрана са постоянни, временни и особени. Поради спецификата на тези съоръжения, предварителното налягане, натоварването от сняг и вятър имат по-голямо

значение, а собственото тегло и сеизмичните въздействия не оказват съществено влияние.

Начините на приемане, разпределение и предаване на товарите в носещата конструкция на пространствено ниво могат да бъдат изяснени в различна степен чрез конструктивната структура, конструктивната система и вертикалните и хоризонталните конструктивни схеми. *„Конструктивните схеми, които отразяват начина на организация и подпиране на основните носещи архитектурно-конструктивни елементи, са характеристиките, чрез които най-ясно се изразява конструктивната функция приемане, предаване и разпределение на товари на пространствено ниво“.* (Йорданова, 2019, стр. 52)

Поради пространствено-конструктивните особености на покритията с текстилна мембрана, хоризонталните и вертикалните конструктивни схеми ще бъдат разгледани спрямо вида на опорните елементи на мембраната и спрямо геометрията на нейната повърхнина.

Хоризонтални конструктивни схеми

Хоризонталните конструктивни схеми проследяват начина на предаване на товарите от текстилната мембрана към опорните (поддържащите) елементи от носещата конструкция. Видът на хоризонталните конструктивни схеми зависи от опорния контур на мембраната. Опорните елементи: пилони, стълбове, мачти, окачващи и анкериращи ванги осигуряват точково концентрирано поемане на натоварванията, а пръстени, рамки и дъги реализират праволинеен или криволинеен корав опорен контур, който осигурява равномерно предаване на усилията. В зависимост от планово разположение на опорните елементи (регулярно или нерегулярно), хоризонталните конструктивни схеми могат да бъдат организирани или свободни, които са пространствени модели съответно на равномерно и неравномерно разпределение на товарите в носещата конструкция, разглеждана като една система.

Хоризонталните конструктивни схеми в зависимост от вида на опорния контур на мембраната могат да бъдат:

А) линейни; Б) точкови; В) смесени.

А) Линейни хоризонтални конструктивни схеми (Таблица №6)

• Предимства на линейния опорен контур на мембраната

Линейният опорен контур от рамки или арки дава възможност да се облекчат значително натоварванията във фундаментите. Контурните рамки могат да бъдат с проста геометрична форма, което дава възможност за лесно изпълнение на допълващи фасадни стенни конструкции, когато са необходими. Простата геометрия на рамката по контура на мембраната създава условия за интегриране на текстилните покрития към сгради с традиционни носещи конструкции. Чрез редуването на модулни елементи с контурни рамки могат да се реализират широкоплощни мембранни покрития.

- **Недостатъци на линейния опорен контур на мембраната**

Пръстените, рамките и арките създават корав затворен или отворен опорен контур. Коравият опорен контур възпрепятства възможността за преместваня на мембраната, чрез които се компенсира въздействието на различни външни товари. Невъзможността за свободни деформации води до по-големи напрежения в текстилния материал.

От анализа на примери на текстилни мембрани с линейни хоризонтални конструктивни схема, може да се направи следното обобщение:

- 1) Текстилната мембрана може да бъде със затворен опорен контур от периферен пръстен, с отворен опорен контур от арки или рамки, със затворен опорен контур от външен пръстен и средни опорни арки или рамки.
- 2) Покритията имат зално пространство без вътрешни опорни елементи.
- 3) При линейните хоризонтални конструктивни схеми, текстилната мембрана може да бъде със седловидна или вълнообразна повърхнина.
- 4) Формата в план е разнообразна: квадратна, правоъгълна, ромбична, многоъгълна, кръгла, овална, свободна.
- 5) Линейните хоризонтални конструктивни схеми могат да бъдат организирани или свободни.
- 6) Пространствено-конструктивната структура на покритията може да бъде със симетрично или асиметрично композиционно решение, може да е свободно организирана или ритмично изградена от повтарящи се модули.

- **Б) Точкови хоризонтални конструктивни схеми (Таблица №7)**

Точковите хоризонтални конструктивни схеми отразяват в план високите и ниски опорни точки на текстилната мембрана. Високите точки се реализират чрез окачване с ванти или чрез точково подпирание към вертикални или наклонени стойки (пилони, мачти). Ниските точки на повърхнината могат да бъдат изпълнени с къси стълбове или да бъдат директно анкерирани към фундаментите с или без работещи на опън въжета.

- **Предимства на точковия опорен контур на мембраната**

Точковото опиране на мембраната позволява произволна форма в план и дава неограничена свобода в обемното решение на текстилния покрив. Гъвкавият контур не възпрепятства големите деформации при външни натоварвания, които дават възможност за промяна на равновесното състояние на мембраната без това да води до големи вътрешни напрежения в нея.

- **Недостатъци на точковия опорен контур на мембраната**

Точковото опиране на мембраната изисква изпълнение на високи силно натоварени на натиск опори (стълбове, мачти) с по-голямо напречно сечение. Към фундаментите при опорните елементи и при закотвящите анкери се пренасят значителни натискови и опънни сили. При върха на вътрешните опори в текстилния материал се получава голяма концентрация на напрежения. Детайлът на връзката изисква специално оформяне на горния край на стойките или елипсовиден или звездообразен отвор в мембраната.

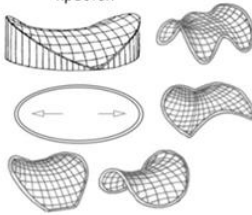
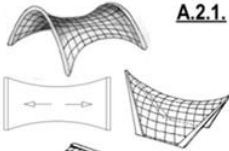
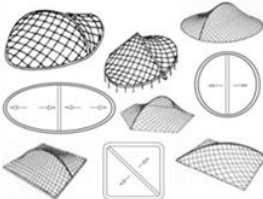
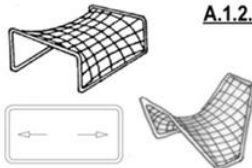
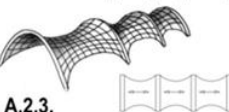

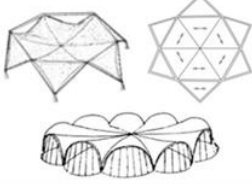
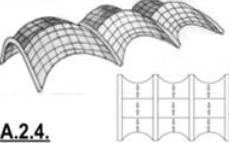
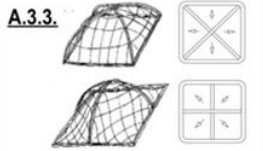
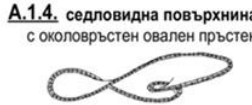



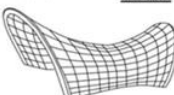



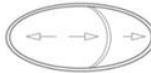
ЛИНЕЙНИ ХОРИЗОНТАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ			
A	1. опорен пръстен затворен опорен контур	2. опорни арки, рамки отворен опорен контур	3. опорен пръстен и арки, рамки
организиранни, симетрични, регулярни	A.1.1. седловидна повърхнина с околоръстен овален пръстен 	седловидна повърхнина с контурни арки (рамки) A.2.1. 	комбинирани седл.повърхнини с околоръстен пръстен и централна арка (рамка) A.3.1. 
	седловидна повърхнина с околоръстен ортогонален пръстен A.1.2. 	A.2.2. модулни седловидна повърхнина с контурни арки (рамки) 	A.3.2. комбинирани седл.повърхнини с околоръстен пръстен и две арка (рамка) 
	A.1.3. вълнообразна комбинирана седловидна повърхнина с околоръстен начупен пръстен или с пръстен от поредица от арки 	A.2.3. модулна седловидна повърхнина с главни и второстепенни арки 	A.3.3. комбинирана седл. повърхнини с околоръстен пръстен и кръстосващи се арки (рамки) 
		A.2.4. вълнообразна комбинирана седловидна повърхнина с начупена рамка по периферията 	A.3.4. комбинирана седл. повърхнини с околоръстен пръстен и кръстосващи се арки (рамки) 
свободни, несиметрични, нерегулярни	A.1.4. седловидна повърхнина с околоръстен овален пръстен 	седловидна повърхнина с несиметрични контурни рамки (арки) A.2.5. 	A.3.5. седловидна повърхнина с околоръстен пръстен и несиметрична опорна арка (рамка) 
	A.1.5. седловидна повърхнина с околоръстен ортогонален пръстен 		

Таблица № 6. Линейна хоризонтална конструктивна схема. Видове повърхнини на текстилната мембрана. В таблицата са използвани скици на мембранни повърхнини на Fr.Otto, R.Rivera, H.Berger и от други проучени примери. (Д.Косева)

От анализа на покритията с механично напрегната текстилна мембрана, които имат точкови хоризонтални конструктивни схеми, може да се направи следното обобщение:

- 1) Покритията са със стойки само по периферията, със стойки по периферията и една централна опора или със стойки по периферията и няколко вътрешни опори.
- 2) Текстилната мембрана е с хиперболична, вълнообразна или с конусовидна повърхнина. При покрития с опори само по периферията повърхнината е хиперболична или вълнообразна; при една централна опора и периферни опори повърхнината може да бъде хиперболична (комбинирана или модулна) или конична повърхнина; при покрития с няколко вътрешни и периферни опори, повърхнината е комбинирана хиперболична, модулна конична или повърхнина със свободна форма с високи и ниски точки.
- 3) Покритията без вътрешни опори се реализират с висящи стойки, чрез окачване към външни рамки (арки) или чрез окачване с ванти към други конструктивни елементи.
- 4) Формата в план е разнообразна: квадратна, правоъгълна, многоъгълна, кръгла, овална, свободна.
- 5) Точковите хоризонтални конструктивни схеми могат да бъдат организирани или свободни. Пространствено-конструктивната структура може да бъде симетрично или асиметрично организирана.

В) Смесени хоризонтални конструктивни схеми (Таблица №8)

Смесен опорен контур на текстилната мембрана се осъществява чрез околоръстен пръстен и вътрешни стойки или ванти за точково окачване на мембраната или чрез вътрешни арки или рамки с периферен бордови кабел, поддържан с пилони или с анкери.

От анализа на покритията с механично напрегната текстилна мембрана, които имат смесени хоризонтални конструктивни схеми, може да се направи следното обобщение:

- 1) Покритията могат да бъдат със стойки само по периферията и централен опорен гръбнак, реализиран от рамка или арка или с пръстен по периферията и няколко вътрешни високи и (или) ниски опорни точки.
- 2) Текстилната мембрана е с хиперболична, вълнообразна или със седловидна повърхнина. При покрития със стойки и анкери по периферията и централна или крайна опорна арка или рамка повърхнината е седловидна; при покрития с периферен пръстен и високи и (или) ниски вътрешни опорни точки, повърхнината е вълнообразна.
- 3) Формата в план е разнообразна: квадратна, правоъгълна, многоъгълна, кръгла, овална, свободна.
- 4) Точковите хоризонтални конструктивни схеми могат да бъдат организирани или свободни. Пространствено-конструктивната структура може да бъде симетрично или асиметрично организирана.

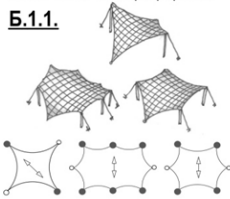
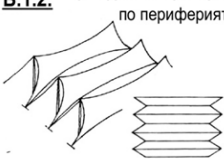
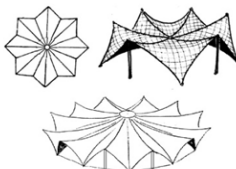
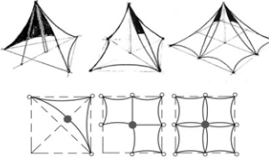
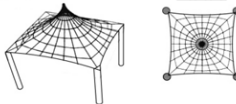


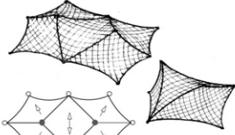


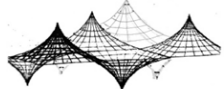
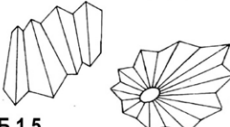
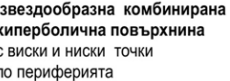




		ТОЧКОВИ ХОРИЗОНТАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ		
		1. опори само по периферията	2. една централна опора и опори по периферията	3. вътрешни опори и опори по периферията
организиранни, симетрични, регулярни	<p>хиперболичен парабоloid с редуване на високи и ниски точки по периферията</p> <p>Б.1.1.</p>  <p>вълнообразна комбинирана хиперболична повърхнина</p> <p>Б.1.2. с високи и ниски точки по периферията</p>  <p>звездообразна комбинирана хиперболична повърхнина с високи и ниски точки по периферията</p> <p>Б.1.3.</p> 	<p>Б.2.1. модулна хиперболична повърхнина с централна висока точка и ниски точки по периферията</p>  <p>конична повърхнина с централна висока точка и ниски точки по периферията</p> <p>Б.2.2.</p>  <p>конична повърхнина с централна ниска точка и високи точки по периферията</p> <p>Б.2.3.</p>  <p>конична повърхнина с централна висока окачена точка и ниски точки по периферията</p> <p>Б.2.4.</p> 	<p>Б.3.1. комбинирана хиперболична повърхнина с вътрешни високи точки и ниски точки по периферията</p>  <p>Б.3.2. модулна конична повърхнина с централни високи точки и ниски точки по периферията</p>  <p>Б.3.3. модулна конична повърхнина с централни ниски точки и високи точки по периферията</p>  <p>Б.3.4. модулна конична повърхнина с ниски точки и високи точки</p> 	
	свободни, несиметрични, нерегулярни	<p>вълнообразна комбинирана хиперболична повърхнина с високи и ниски точки по периферията</p> <p>Б.1.4.</p>  <p>Б.1.5. звездообразна комбинирана хиперболична повърхнина с високи и ниски точки по периферията</p> 	<p>Б.2.5. модулна хиперболична повърхнина с една висока точка</p>  <p>Б.2.6. конична повърхнина с централна несиметрична висока точка и ниски точки по периферията</p> 	<p>Б.3.5. повърхнина с вътрешни високи точки</p>  <p>Б.3.6. повърхнина с вътрешни високи и ниски точки</p> 

Таблица № 7. Точкова хоризонтална конструктивна схема . Видове повърхнини на текстилната мембрана. В таблицата са използвани скици на мембранни повърхнини на Fr.Otto, R.Rivera, H.Berger и от други проучени примери. (Д.Косева)

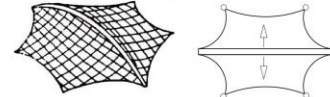
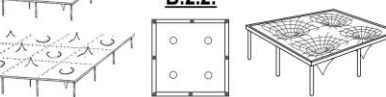




В СМЕСЕНИ ХОРИЗОНТАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ		
организиранни, симетрични, регулярни	<p>1. опорни средни или крайни арки (рамки) и високи и ниски точки по периферията</p> <p>В.1.1. комбинирана седловидна повърхнина с централна опорна арка и редуване на високи и ниски точки по периферията</p>  <p>В.1.2. комбинирана седловидна повърхнина с централна опорна арка и ниски точки по периферията</p> 	<p>2. външен опорен пръстен и вътрешни високи и ниски точки</p> <p>В.2.1. комбинирана вълнообразна повърхнина с високи и ниски вътрешни точки и външен опорен пръстен</p>  <p>В.2.2. конични и модулни конични повърхнини с ниски и (или) високи вътрешни точки и външен опорен пръстен</p> 
	<p>свободни, несиметрични, нерегулярни</p> <p>В.1.3. комбинирана седловидни повърхнини с асиметрична вътрешна опорна арка (рамка) и периферни ниски точки</p>  <p>В.1.4. седловидна повърхнина с крайна опорна арка (рамка) и периферни ниски точки</p> 	<p>В.2.3. повърхнина с ниски (или високи) вътрешни точки и външен опорен пръстен</p>  <p>В.2.4. повърхнина с ниски и високи вътрешни точки и външен опорен пръстен</p> 

Таблица № 8. Смесени хоризонтална конструктивна схема .Видове повърхнини на текстилната мембрана. В таблицата са използвани скици на мембранни повърхнини на Fr.Otto, R.Rivera, H.Berger и от други проучени примери. (Д.Косева)

Вертикални конструктивни схеми

Вертикалните конструктивни схеми са прекъснати или непрекъснати, криволинейни или смесени в зависимост от геометрията на мембраната, от вида и местоположението на опорната конструкция и от последователността при предаване на товарите между елементите.

Вертикалните конструктивни схеми на покритията с текстилна мембрана с опорни елементи с линейна конструктивна система са разделени на две групи:

- стълбове (пилони), мачти, носещи и анкерирани ванги (подгрупи Г.1, Г.2, Г.3);
- арки, рамки и опорни пръстени (подгрупи Г.4, Г.5, Г.6, Г.7).

Вертикални конструктивни схеми на покрития с текстила мембрана с пилони, мачти и ванти (Таблица №9)

Пилони, мачти, окачващи и анкерирани ванти създават високи и ниски точки на мембраната при хиперболични шатровидни и вълнообразни повърхнини. В зависимост от местоположението на опорните елементи, покрития с текстилна мембрана са разделени в три подгрупи:

Г.1) покрития с външни и една вътрешни опори;

Г.2) покрития с външни и няколко вътрешни опори;

Г.3) покрития само с външни опори.

Подгрупа Г.1. Покрития с външни и една вътрешна стойка са с конусовидна повърхнина. Пространството може да бъде отворено или затворено (Г.1.1; Г.1.2.). Вътрешната централна стойка може да бъде решена като „летища стойка“ (Г.3.) или да бъде окачена чрез ванти към външно разположени опорни елементи (Г.1.4; Г.1.8; Г.1.9, Г.1.10); Покритията могат да бъдат конзолни спрямо централната стойка (Г.1.5.; Г.1.7; Г.1.1.).

Подгрупа Г.2. Покрития с външни и няколко вътрешни опори са с комбинирана хиперболична или комбинирана конусовидна повърхнина. Вертикалните конструктивни схеми на мембрани с комбинирана конусовидна повърхнина могат да бъдат със свободно или регулярно разположени вътрешни високи точки (Г.2.1) или с вътрешни високи и ниски точки (Г.2.2). Създаването на високите точки при комбинирана конична форма може да се осъществи чрез окачване с ванти към външно разположена опорна конструкция или чрез окачване към възлите на висяща въжена мрежа (Г.2.4.). Покрития с няколко вътрешни опори могат да се изпълнят и с комбинирани хиперболични повърхнини (Г.2.3.). Отделните хиперболични части се свързват чрез усилващи въжета. На местата при пресичането на усилващите въжета на мембраната се предвиждат вътрешни стойки.

подгрупа Г.3. Покрития само с външни опори създават зални пространства. Мембраната може да бъде с проста хиперболична повърхнина с редуване на високи и ниски опори по периферията (Г.3.1). При големи отвори се прилагат мембрани с вълнообразна форма (Г.3.2) или мембрани, напрегнати с поредица от високи точки, които са окачени с ванти. Вантите предават натоварванията от мембраната към основна рамка, арка или висящо въже, развито между две външно разположени мачти (Г.3.4. и Г.3.3.). Когато вантите предават товарите директно на външни стълбове има възможност за свободно разположение в план на точките на окачване на мембраната (Г.3.5.). Приложението на успоредни двупоясни висящи въжени греди, позволява изпълнение на покрития с много големи отвори без вътрешни стойки (схема Г.3.6.). При тези решения мембраната се разделя от усилващи кабели на части със седловидна форма. Усилващите кабели се окачват към долния пояс на въжените ферми.

Вертикални конструктивни схеми на покритията с текстилна мембранна с опорни елементи от арки и контурни пръстени (Таблица №10)

Възможните решения на покрития с текстилна мембрана с опорни арки и контурни пръстени са разделени в четири подгрупи:

Г.4) покрития с централни опорни арки или рамки;

Г.5) покрития с опорни арки или рамки, разположени в края;

Г.6) покрития с контурни пръстени;

Г.7) покрития с контурни пръстени и централни опорни арки (рамки).

Подгрупа Г.4. Покритията с централни опорни арки или рамки имат мембрана, съставена от две седловидни повърхнини. На схема Г.4.1. тя е с централна поддържаща арка и гъвкав външен контур. Периферията на покритието може да бъде оформено само с ниски точки или чрез редуване на високи и ниски точки. Централният опорен гръбнак може да бъде изпълнен от две наклонени или кръстосващи се дъги или рамки (Г.4.2.) (Г.4.3.). „Централният гръбнак“ може да бъде от висящо въже или двупоясна въжена ферма, окачени към поддържаща външно разположена конструкция (Г.4.4.).

Подгрупа Г.5. Покритията с опорни арки или рамки, разположени в края

При отворен линеен опорен контур от арки или рамки в края мембраната е със седловидна повърхнина. Арките могат да бъдат успоредни (вертикални или наклонени) (схема Г.5.2.). Те могат да са само от едната страна на текстилната мембрана (схема Г.5.1.). Двустранният опорен контур от еднакви вертикални арки (или рамки) позволява надлъжно модулно групиране и дава възможност за изпълнение на повърхнини с главни напречни и второстепенни надлъжни дъги (схема Г.5.3.). Мембраната е с вълнообразна повърхнина при начупени опорни рамки или поредица от контурни арки (схема Г.5.4.).

Подгрупа Г.6. Покрития с контурни пръстени

Текстилната мембрана има седловидна повърхнина. Външният пръстен е огънат, за да осигури двойна гаусова кривина (Г.6.1). Пръстенът може да се изпълни от две или три пресичащи се наклонени арки (или рамки). Арките могат да бъдат конзолни или да имат вертикални опори. Когато чрез вътрешни стойки или чрез окачване с ванги се реализират средни високи точки на мембраната, контурният пръстен може да бъде равнинен (схема Г.6.2.).

Подгрупа Г.7. Покрития с контурни пръстени и централни опорни арки или рамки. Централните арки или рамки оформят гръбнак, който осигурява форма на текстилната мембрана с двойна гаусова кривина. Това позволява поголяма свобода в решението на външния опорен пръстен, който може да бъде огънат или равнинен (схема Г.7.1. и Г.7.2.). Освен от една арка (или рамка), централният гръбнак може да бъде реализиран от две дъги с различен наклон (схема Г.7.3., Г.7.4., Г.7.5.).

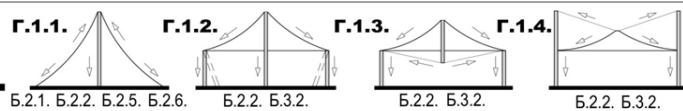
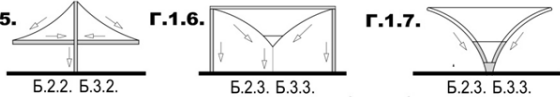



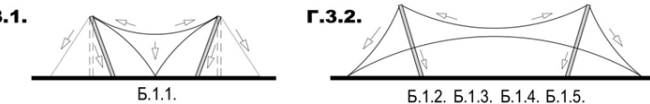

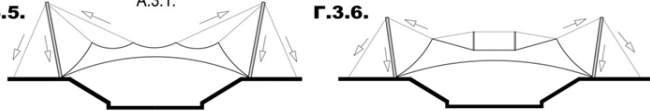
ВЕРТИКАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ ПРИ ОПОРНИ ЕЛЕМЕНТИ С ЛИНЕЙНА КОНСТРУКТИВНА СИСТЕМА	
Г.	ПОВЪРХНИНИ С ПИЛОНИ, МАЧТИ И НОСЕЩИ ВАНТИ ШАТРОВИДНИ (КОНИЧНИ), ХИПЕРБОЛИЧНИ, ВЪЛНООБРАЗНИ ПОВЪРХНИНИ
	Г.1. вътрешна централна опора
б. ВИСЯЩА ОПОРНА СИСТЕМА ниски точки - въжета, анкери или ниски стойки високи точки - окачване с ванти	<p>а. Г.1.1. Г.1.2. Г.1.3. Г.1.4. </p> <p>Б.2.1. Б.2.2. Б.2.5. Б.2.6. Б.2.2. Б.3.2. Б.2.2. Б.3.2. Б.2.2. Б.3.2.</p> <p>Г.1.5. Г.1.6. Г.1.7. </p> <p>Б.2.2. Б.3.2. Б.2.3. Б.3.3. Б.2.3. Б.3.3.</p> <p>Г.1.8. Г.1.9. Г.1.10. Г.1.11. </p> <p>Б.2.4. Б.3.1. Б.2.2. Б.2.2. Б.2.3. Б.3.3.</p>
	б.
	Г.2. външни и няколко вътрешни опори
а.	<p>Г.2.1. Г.2.2. </p> <p>Б.3.2. Б.3.5. Б.3.4. Б.3.6.</p>
	<p>Г.2.3. Г.2.4. </p> <p>Б.3.1. Б.3.4. Б.3.5. Б.3.6.</p>
	Г.3. само външни опори
а. СТОЯЩА ОПОРНА СИСТЕМА ниски точки - въжета, анкери или ниски стойки високи точки - стълбове (пилони), мачти	<p>Г.3.1. Г.3.2. </p> <p>Б.1.1. Б.1.2. Б.1.3. Б.1.4. Б.1.5.</p>
	<p>Г.3.3. Г.3.4. </p> <p>А.3.1. А.3.1.</p>
	<p>Г.3.5. Г.3.6. </p> <p>Б.1.2.</p>

Таблица № 9. Вертикални конструктивна схема при покрития с опорни елементи с линейна конструктивна система (пилони, мачти, окачващи и анкериращи ванти). Видове повърхнини на текстилната мембрана. (Д.Косева)




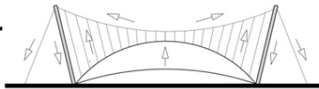

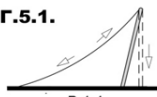

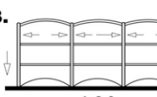
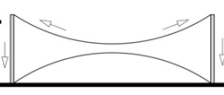


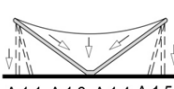
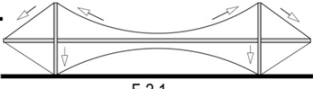

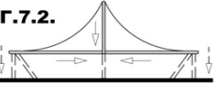
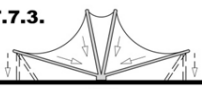
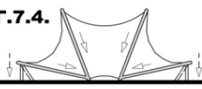
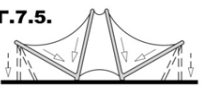
ВЕРТИКАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ ПРИ ОПОРНИ ЕЛЕМЕНТИ С ЛИНЕЙНА КОНСТРУКТИВНА СИСТЕМА	
Г.	ПОВЪРХНИНИ С ОПОРНИ ПРЪСТЕНИ И ОПОРНИ АРКИ ХИПЕРБОЛИЧНИ (СЕДЛОВИДНИ), ВЪЛНООБРАЗНИ ПОВЪРХНИНИ
б. ВИСЯЩА ОПОРНА СИСТЕМА ниски точки - въжета, анкери или ниски стойки високи точки - окачане с ванги	Г.4. централни опорни арки (рамки)
	<p>Г.4.1.  Г.4.2.  Г.4.3. </p> <p>а. B.1.1. B.1.2. B.1.3. A.3.2. A.3.3. A.3.4.</p>
	<p>Г.4.4. </p> <p>б. A.3.1. Б.1.2. </p>
	Г.5. крайни опорни арки (рамки)
	<p>Г.5.1.  Г.5.2.  Г.5.3. </p> <p>а. B.1.4. A.2.1. A.2.2. A.2.3.</p> <p>Г.5.4.   </p> <p>A.1.3. A.2.4.</p>
а. СТОЯЩА ОПОРНА СИСТЕМА ниски точки - въжета, анкери или ниски стойки високи точки - рамки, арки, стълбове, мачти	Г.6. опорни контурни пръстени
	<p>Г.6.1.  Г.6.2. </p> <p>а. A.1.1. A.1.2. A.1.4. A.1.5. B.2.1.</p>
	Г.7. опорни пръстени и централни арки (рамки)
<p>Г.7.1.  Г.7.2. </p> <p>а. A.3.1. A.3.5. A.3.1. A.3.5.</p> <p>Г.7.3.  Г.7.4.  Г.7.5. </p> <p>а. A.3.2. A.3.2. A.3.2.</p>	

Таблица № 10. Вертикални конструктивна схема при покрития с опорни елементи с линейна конструктивна система (арки, рамки, опорни пръстени). Видове повърхнини на текстилната мембрана. (Д.Косева)

От анализа на вертикалните конструктивни схеми на покритията с механично напрегната текстилна мембрана, които имат опорни елементи с линейна конструктивна система, може да се направи следното обобщение:

- 1) Предаването на товарите от мембраната към опорните елементи и от опорните елементи към терена е криволинейно или смесено (криволинейно и праволинейно).
- 2) Вертикалните конструктивни схеми могат да бъдат непрекъснати или прекъснати в зависимост от начина на монтаж на текстилната мембрана (монтаж директно върху опорни елементи или окачване чрез ванти към поддържаща конструкция).

4.2.1.2. Конструктивна функция вид и степен на деформации

Покритията с текстилна мембрана, която представлява главна част от носещата конструкция, се характеризират с голяма деформативност. Това се дължи на деформациите на мембраната и на ставните връзки на опорните елементи. Това дава възможност да се постигне ново равновесно състояние на носещата конструкция при изменение на формата на мембраната, предизвикано от външните натоварвания. Проблемите, които възникват от голямата деформативност на покритията са силната чувствителност към ветрови въздействия и към натоварвания, предизвикани от задържане на сняг и вода. *„Граничната стойност на деформациите трябва да се определи според функционалните изисквания за нормална експлоатация на съоръженията“ (Танев, 2005, стр. 143).*

4.2.1.3. Конструктивна функция пространствена устойчивост

Покритията, при които текстилната мембрана е основна част от носещата конструкция, представляват една статически уравновесена система от мембрана и опорни и стабилиращи елементи. Компрометирането на мембраната може да доведе до верижно разрушаване на цялата конструкция. Затова при тези съоръжения често се предвиждат аварийни стоманени въжета, които осигуряват пространствената неизменяемост на опорните елементи в случай на разкъсване на мембраната.

4.2.2. Архитектурно-композиционни възможности на покритията, при които текстилната мембрана е главна част от носещата конструкция

При този вид покрития пространствено-конструктивната структура на архитектурната форма зависи изцяло от текстилната мембрана. Нейните конструктивни функции на детайлно (елементно) ниво определят геометрията на повърхнината и конструктивната система и схема на опорните елементи. Формата на мембраната е доминираща в обемното решение. Тя се възприема равностойно както отвън, така и от интериора на съоръженията. Мембраната създава границите и определя характеристиките на архитектурното

пространство (отворено, затворено, симетрично, асиметрично, насочено или съставено от повтарящи се модули). Машабът и машабността са относителни и зависят от размерите на покритието.

4.3. ПОКРИТИЯ, ПРИ КОИТО ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА Е ВТОРОСТЕПЕННА ЧАСТ ОТ НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ

Тези покрития се прилагат при големи зални сгради и съоръжения. Текстилната мембрана със своите специфични конструктивни особености, изпълнява ролята на водозащитна покривка.

4.3.1. Конструктивни функции на структурно (пространствено) ниво

4.3.1.1. Конструктивна функция приемане, разпределение и предаване на товари

Начините на приемане, разпределение и предаване на товарите в носещата конструкция на пространствено ниво ще бъдат изяснени чрез вертикалните и хоризонталните конструктивни схеми. Те ще бъдат разгледани едновременно в зависимост от видовете опорни конструкции, както следва:

Д.) Пространствено-прътови (структурни) конструкции: структурни плочи (подгрупа Д.1), структурни черупки с единична гаусова кривина (подгрупа Д.2); структурни черупки с двойна гаусова кривина (подгрупа Д.3).

Е) Висящи конструкции: висящи двупоясни системи с въжени ферми (подгрупа Е.1); висящи двупоясни системи на принципа на „Тенсегрити“ – (подгрупа Е.2); висящи еднопоясни мрежи (подгрупа Е.3), вантови конструкции (подгрупа Е.4).

Ж) Система от рамки или арки: с успоредни арки или рамки (подгрупа Ж.1); с радиални арки или рамки (подгрупа Ж.2).

Д. Покрития с текстилна мембрана с пространствено- прътови (структурни) опорни конструкции (Таблица № 11)

При изпълнение на водозащитната покривка от текстилна мембрана при този вид главна носеща конструкция се използват базови повърхнини, които позволяват модулно комбиниране (*вълнообразни и конусовидни повърхнини и повърхнини, които са предварително напрегнати чрез множество високи точки*).

Подгрупа Д.1. Покрития с текстилна мембрана при структурни плочи

Структурните плочи са мрежести дискове, които са подложени на огъване. Най-често се прилагат двуслойни (двупоясни) решения, при които поясите са с квадратна и по рядко с триъгълна мрежа от клетки. *Текстилната мембрана се изпълнява от унифицирани конични модули.* Модулите могат да бъдат монтирани върху профилите от горната или долната мрежа.

Решението на текстилната мембрана при пространствено-прътови плочи, които са образувани от елементарни „кристали“ (пентаедър) са

представени на схема Д.1.1. Когато мембраната е изпълнена върху горния пояс на пространствено-прътовата конструкция, най-често в план размерите на шатровидните модули са кратни на четири клетки. Средните високи точки се оформят от къси стоящи във възлите стойки (Д.1.1.а). При монтаж на мембраната върху долната мрежа на структурната плоча (Д.1.1.б), отделните конични модули са с размерите на една клетка и високата точка е окачена за възлите от горния пояс.

При пространствено-прътови плочи, които са образувани от пресичащи се ферми в две направления, поясите са мрежи от квадратни клетки (схема Д.1.2.). Мембраната може да бъде изпълнена върху долния или горния пояс на основната носеща конструкция. В първия случай коничните модули са с размери в план на четири клетки и имат централни опори, които са монтирани върху възлите от фермите. Във втория модулите са в план равни на една клетка и средната висока точка се реализира чрез окачване с диагонални въжета към възлите от горната мрежа.

Подгрупа Д.2. и Д.3. Покрития с текстилна мембрана при структурни (пространствено-прътови) черупки

Тези носещи конструкции имат пространствена устойчивост, благодарение на своята форма и се изпълняват като еднослойни, а при по-големи отвори като двуслойни мрежи. Решетъчната структура може да бъде образувана от многократно повтарящи се модули, от елементарни „кристали“ (схеми Д.2.1., Д.2.3. и Д.3.1.) или от успоредни или радиални арки, свързани чрез напречни и (или) диагонални елементи (схеми Д.2.2, Д.2.4. Д.3.2.).

Геометрията на текстилната мембрана е два вида: вълнообразна повърхнина или повърхнина напрегната чрез създаване на високи точки. Видът на повърхнината на мембраната зависи от начините на образуване на мрежата на основната носеща конструкция. ***Вълнообразната повърхнина*** се предпочита при големи по площ покривни конструкции, защото осигурява лесно отводняване по периферията. Изпълнява се при структурни конструкции, съставени от пресичащи се арки или рамки. Носещите въжета, които напрягат отделните „V“-образни текстилни панели се монтират между тези основни елементи, така че да създават „уламите“ на повърхнината (схеми Д.2.2. и Д.3.2.).

Водозащитна покривка от текстилна мембрана, напрегната чрез високи точки, се прилага при носещи конструкции от мрежести черупки, които са образувани от еднослойна мрежа или от елементарни „кристали“ (схеми Д.2.1. и Д.3.1.). Мембраната при тези решения може да бъде изпълнена върху или под профилите на основната носеща конструкция. Когато мембраната е над структурната черупка, в унифицираните възлови съединения се монтират къси стойки, които осигуряват налягане чрез създаване на високи точки. При еднослойна мрежа на структурната черупка е възможно мембраната да бъде окачена под основните носещи профили.

ХОРИЗОНТАЛНИ И ВЕРТИКАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ ПРИ ПОКРИТИЯ СЪС СТРУКТУРНИ ОПОРНИ КОНСТРУКЦИИ ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА Е ВТОРОСТЕПЕННА ЧАСТ ОТ НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ	
Д.	<p>Д.1. структурни плочи</p> <p style="text-align: center;">ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ШАТРОВИДНИ МОДУЛИ - ТИП Б.3.2</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Д.1.1. а.</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Д.1.2. б.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>Д.1.1. а.</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Д.1.1. б.</p> </div> </div>
Б.	<p>Д.2. структурни черупки с единична кривина</p> <p style="text-align: center;">ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ВЪЛНООБРАЗНА - ТИП А.1.3. А.2.4. ; - С ВИСОКИ ТОЧКИ - ТИП Б.3.2</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Д.2.1.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Д.2.2. а.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Д.2.2. б.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Д.2.3.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Д.2.4.</p> </div> </div>
А.	<p>Д.3. структурни черупки с двойна кривина</p> <p style="text-align: center;">ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ВЪЛНООБРАЗНА - ТИП А.1.3.; С ВИСОКИ ТОЧКИ - ТИП Б.3.2</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Д.3.1.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Д.3.2.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>а.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>а. и б.</p> </div> </div>

Таблица № 11. Хоризонтални и вертикални конструктивни схеми при покрития с пространствено-прътови (структурни) опорни конструкции. Видове повърхнини на текстилната мембрана. (Д.Косева)

Е. Покрития с текстилна мембрана при висящи опорни носещи конструкция (Таблица № 12 и Таблица №13)

Съвременните покрития с текстилна мембрана и висящите покривни конструкции за зални сгради имат архитектурно-технологична обвързаност и затова приложението на текстилния материал като водозащитна покривка при тези съоръжения е много целесъобразно.

Подгрупа Е.1. Покрития от текстилна мембрана при двупоясни висящи покривни конструкции с кръгова или овална планова основа

При „висящите лещи“ текстилната мембрана може да се реши по два начина: чрез *седловидни повърхнини* или чрез *вълнообразна форма*. При седловидната повърхнина е необходимо да се изгради система от второстепенни опорни арки или рамки между радиалните въжени ферми. Текстилното покритие се монтира, така че да се осигури отводняване към периферията. При конвексните „висящи лещи“ то се изпълнява върху горния стабилизиращ пояс на въжените греди (Е.1.1.), а при конкавните върху долния, който също има стабилизираща функция (Е.1.2). Вълнообразна повърхнина на мембраната се прилага най-често при конкавна форма на „висящите лещи“ (Е.1.3.). Между отделните въжени ферми трябва да се предвидят допълнителни стабилизиращи кабели за създаване на вълнообразната повърхнина, които се монтират към централния опънен пръстен и към натисковия пръстен по контура на покритието. Стабилизиращите въжета на мембраната оформят улами, които осигуряват оттичане на водата към периферията на покрива.

Подгрупа Е.2. Покрития от текстилна мембрана при двупоясни висящи куполи, решени на принципа на „Тенсегрити“.

Висящите куполи, решени на принципа на „Тенсегрити“ са два вида. Куполите от първия вид нямат диагонални въжета, а само радиални кабели, оформящи обръчи от стоманени въжета, които свързват долните краища на коравите елементи на отделните радиални въжени греди. Текстилната водозащитна покривка е с вълнообразна повърхнина (Е.2.2.). Носещите кабели на мембраната са горните пояси на въжените греди, а между тях се изпълняват допълнителни стабилизиращи въжета, които оформят нейната „V“- образна форма. Стабилизиращите въжета се монтират между вътрешния и външния опорен пръстен. Вторият вид висящи куполи са с триъгълна пространствена въжена мрежа (Е.2.1.). Вертикалните корави елементи са свързани помежду си с въжета, монтирани в горния им край, така че да образуват горен пояс от ромбични клетки. Куполите имат въжени овални пръстена, които свързват долните краища на коравите елементи. Ромбичната мрежа позволява водозащитната покривка от текстилна мембрана да бъде изпълнена от хиперболични модули, с което се избягват допълнителните кабели, необходими за създаване на вълнообразната повърхнина.

**ХОРИЗОНТАЛНИ И ВЕРТИКАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ
ПРИ ПОКРИТИЯ С ВИСЯЩИ ОПОРНИ КОНСТРУКЦИИ
ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА Е ВТОРОСТЕПЕННА ЧАСТ ОТ НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ**

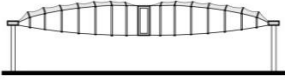

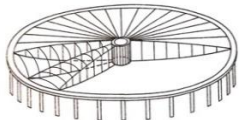
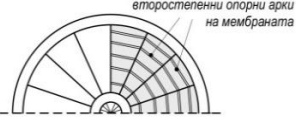
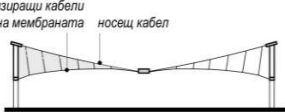
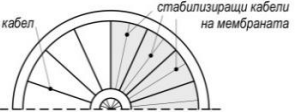
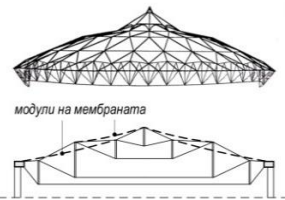
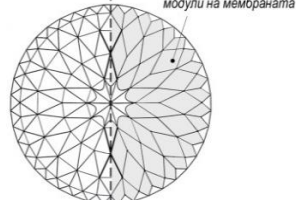
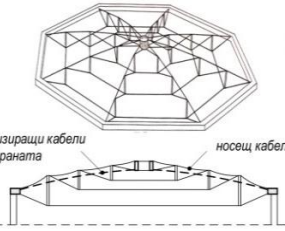
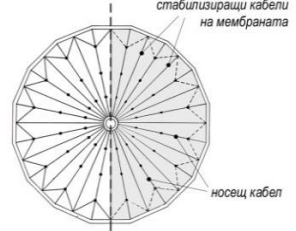
Б. ПОД ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	Е.1. висящи двупоясни системи въжени ферми при кръгъл или овален план
	ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - МОДУЛНА СЕДЛОВИДНА С ОПОРНИ АРКИ - ТИП А.2.2.
Б. ПОД ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>а. Е.1.1.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>а. Е.1.2.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>второстепенни опорни арки на мембраната</p> </div> </div>
	ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ВЪЛНООБРАЗНА - ТИП А.1.3.
Б. ПОД ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>а. Е.1.3.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>стабилизиращи кабели на мембраната</p> </div> </div>
	ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ВЪЛНООБРАЗНА - ТИП А.1.3.
а. ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	Е.2. висящи конструкции на принципа на "тенсегрити" при кръгъл или овален план
	ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ХИПЕРБОЛИЧНИ МОДУЛИ - ТИП Б.1.1.
а. ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>а. Е.2.1.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>модули на мембраната</p> </div> </div>
	ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ВЪЛНООБРАЗНА - ТИП А.1.3.
а. ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>а. Е.2.2.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>стабилизиращи кабели на мембраната</p> </div> </div>
	ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ВЪЛНООБРАЗНА - ТИП А.1.3.

Таблица № 12. Хоризонтални и вертикални конструктивни схеми при покрития с висящи опорни конструкции. Видове повърхнини на текстилната мембрана. (Д.Косева)

Подгрупа Е.3. Покрития от текстилна мембрана при еднопоясни висящи и седловидни мрежести конструкции. (Таблица №13)

Приложението на текстилните мембрани като водозащитна покривка при висящите и седловидни мрежести конструкции е характерно за първия период от развитието на „текстилната архитектура“ (Е.3.1). Другата група висящи носещи конструкции, при които се използва текстилна мембрана за водозащитна покривка са широкоплощните покрития от висяща въжена мрежа с „централен гръбнак“ (Е.3.2. и Е.3.3.). Текстилната мембрана следва повърхнината на мрежата и може да бъде монтирана над или под нея. Начинът на монтаж има значение за архитектурната композиция по отношение на начина на художествена изява на конструктивната структура.

Подгрупа Е.4. Покрития с текстилна мембрана при вантови опорни конструкции. (Таблица №13)

Вантовите конструкции са два вида: конзолни системи, стабилизирани с тегло и вантово-гредови системи. Текстилната мембрана се изпълнява с три вида повърхнини: *седловидна между успоредни арки, вълнообразна и модулна конусовидна (шатровидна) повърхнина*. Седловидната повърхнина може да се развие директно между главните окачени греди или арки (Е.4.4; Е.4.5; Е.4.6). Седловидни повърхнини могат да бъдат оформени между второстепенни арки или рамки, ориентирани напречно на главните (Е.4.1, Е.4.2, Е.4.3). Вълнообразна повърхнина на мембраната се образува като между окачените чрез ванти главни елементи се изпълняват напрегащи въжета, чрез които се създава „V“-образната форма на отделните текстилни панели (Е.4.7). Модулната конусовидна повърхнина се прилага при вантови конструкции с окачени греди. При тази повърхнина на мембраната е необходимо да се предвидят второстепенни греди в перпендикулярно направление на главните. Централните високи точки на отделните шатровидни модули се реализират като висящи стойки (Е.4.8, Е.4.9, Е.4.10).

Ж. Покрития с текстилна мембрана при опорни конструкции от система от рамки или арки (Таблица 14)

Текстилната мембрана при опорна система от успоредни (Ж.1) или радиални (Ж.2) арки или рамки има същите принципи на формообразуване, както при вантово окачените греди или арки. Мембраната се изпълнява с три вида повърхнини: *седловидна между главните арки или рамки (Ж.1.1), седловидна между второстепенни арки или рамки (Ж.1.3), вълнообразна (Ж.1.2, Ж.2.1, Ж.2.2) и модулна конусовидна повърхнина (Ж.1.4)*.

4.3.1.2. Конструктивна функция вид и степен на деформации

и пространствена устойчивост. Тези конструктивни функции на пространствено ниво на покритията, при които текстилната мембрана е второстепенна част, зависят от решението на главната носеща конструкция.

**ХОРИЗОНТАЛНИ И ВЕРТИКАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ
ПРИ ПОКРИТИЯ С ВИСЯЩИ ОПОРНИ КОНСТРУКЦИИ
ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА Е ВТОРОСТЕПЕННА ЧАСТ ОТ НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ**

Б.	Е.3. висящи еднопоясни мрежи
	ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - СЕДЛОВИДНА, ШАТРОВИДНА (повърхнината на мрежата)
Б. МОНТАЖ НА ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА ПОД ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	<p>а. и б. Е.3.1. Е.3.2. Е.3.3.</p>
	<p>Е.4. вантови конструкции</p> <p>ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - МОДУЛНА СЕДЛОВИДНА С ОПОРНИ АРКИ - ТИП А.2.2.</p> <p>а.</p> <p>Е.4.1. Е.4.3.</p> <p>Е.4.2.</p>
Б. МОНТАЖ НА ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА НАД ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	<p>ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - СЕДЛОВИДНА ТИП А.2.2. И ВЪЛНООБРАЗНА ТИП А.2.4.</p> <p>а.</p> <p>Е.4.4. Е.4.6. Е.4.7.</p> <p>Е.4.5.</p> <p><i>TM - mun A.2.2</i> <i>TM - mun A.2.4</i></p>
	<p>ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - МОДУЛНА КОНУСОВИДНА - ТИП Б.3.2</p> <p>а.</p> <p>Е.4.8. Е.4.10.</p> <p>Е.4.9.</p>

Таблица № 13. Хоризонтални и вертикални конструктивни схеми при покрития с висящи опорни конструкции. Видове повърхнини на текстилната мембрана. (Д.Косева)

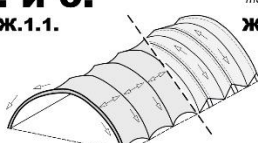
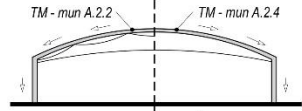
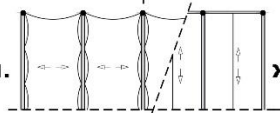
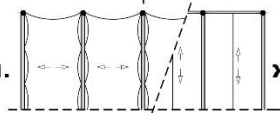
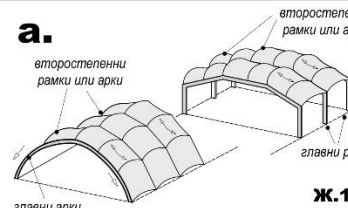
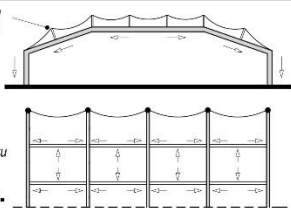
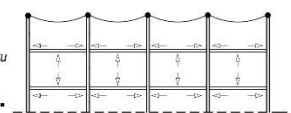
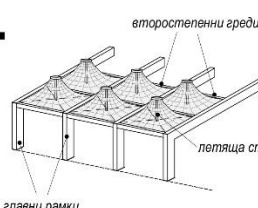
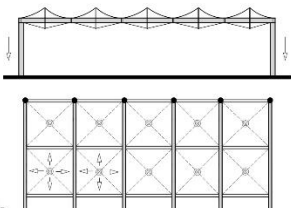
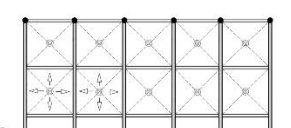
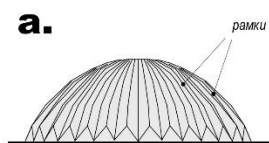
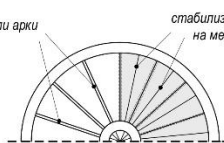

ХОРИЗОНТАЛНИ И ВЕРТИКАЛНИ КОНСТРУКТИВНИ СХЕМИ ПРИ ПОКРИТИЯ С ОПОРНИ КОНСТРУКЦИИ ОТ СИСТЕМА ОТ АРКИ И РАМКИ ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА Е ВТОРОСТЕПЕННА ЧАСТ ОТ НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ	
Ж.	<p>Ж.1. система от успоредни арки или рамки</p> <p>ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - СЕДЛОВИДНА ТИП А.2.2. И ВЪЛНООБРАЗНА ТИП А.2.4.</p>
МОНТАЖ НА ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА ПОД ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	<p>а. и б.</p> <p>Ж.1.1.  Ж.1.2. </p> <p><i>ТМ - вълнообразна повърхнина тип А.2.4</i> <i>ТМ - тип А.2.2</i> <i>ТМ - тип А.2.4</i></p> <p><i>ТМ - седловидна повърхнина тип А.2.2</i></p> <p>Ж.1.1.  Ж.1.2. </p>
	<p>ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - МОДУЛНА СЕДЛОВИДНА С ОПОРНИ АРКИ - ТИП А.2.2.</p> <p>а.  </p> <p><i>второстепенни рамки или арки</i> <i>второстепенни рамки или арки</i></p> <p><i>главни рамки</i> <i>главни рамки</i></p> <p>Ж.1.3. </p>
МОНТАЖ НА ТЕКСТИЛНАТА МЕМБРАНА НАД ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ОПОРНАТА СИСТЕМА	<p>ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - МОДУЛНА КОНУСОВИДНА - ТИП Б.3.2</p> <p>а.  </p> <p><i>второстепенни греди</i> <i>второстепенни греди</i></p> <p><i>главни рамки</i> <i>главни рамки</i></p> <p><i>потяща стойка</i></p> <p>Ж.1.4. </p>
	<p>Ж.2. система от радиални арки или рамки</p> <p>ПОВЪРХНИНА НА МЕМБРАНАТА - ВЪЛНООБРАЗНА - ТИП А.1.3.</p> <p>а.    а.</p> <p><i>рамки или арки</i> <i>рамки или арки</i> <i>стабилизиращи кабели на мембраната</i></p> <p>Ж.2.1. Ж.2.2.</p>

Таблица № 14. Хоризонтални и вертикални конструктивни схеми при покрития със система от арки и рамки. Видове повърхнини на текстилната мембрана. (Д.Косева)

Носещата и стабилизиращата система на висящите и вантовите конструкции са разгледани в Глава 3. Структурните (пространствено-прътови) плочи и черупки имат равномерно натоварване на всички техни поделементи и затова са слабо чувствителни към съсредоточени и динамични товари. При системите от рамки или арки пространствената устойчивост се осигурява чрез допълнителни специализирани елементи.

4.3.2. Архитектурно-композиционни възможности на на покритията, при които текстилната мембрана е второстепенна част от носещата конструкция

Пространствено-конструктивната структура на покритията, при които текстилната мембрана е второстепенна част, зависи от главната носеща конструкция. Тя е доминираща и нейните геометрични характеристики определят на пространствено ниво архитектурната форма. Текстилната мембрана се изпълнява съобразно своите формообразуващи принципи от отделни модули с двойна гаусова кривина (конусовидни, седловидни или вълнообразни). Модулите са предварително напрегнати и са съобразени със структурните особености на основната носеща конструкция. Независимо от своята второстепенна функция, текстилната мембрана има важна пространствено-определяща роля. Тя създава границите на архитектурното пространство и със своята форма и светлопропускливост придава различни художествени качества на архитектурната форма. Вътрешните пространства са равномерно осветени. Прозрачният бял фон подчертава и изявява структурните особености на основната носеща конструкция. Границата „вън – вътре“ е дематериализирана, което има силно въздействие, защото създава усещане за връзка с околното пространство. Повърхнината на мембраната пре моделира основната геометрична форма на главната носеща конструкция. Редуването на еднакви модули придава други характеристики на обемното решение.

4.4. Изводи

В настоящата глава бяха разгледани структурните особености на носещата конструкция, реализирана с механично напрегната текстилна мембрана. Направеният анализ води до следните изводи:

- 1.** Съвременните покрития с механично напрегната текстилна мембрана са архитектурно-технологично развитие на еднопоясните предварително напрегнати висящи конструкции, реализирани с мрежа от носещи и стабилизиращи въжета. Текстилната мембраната изпълнява комплексни функции, тя е едновременно носеща конструкция, основа и водозащитна покривка на покрива.

- 2.** Видът на повърхнината на механично напрегнатата текстилна мембраната се определя от конструктивните функции на приемане, разпределение и предаване на товарите в системата текстилна мембрана - опорни елементи. Архитектурно-конструктивните форми трябва да осигуряват равномерно разпределение на опънни усилия в мембраната. При механично налягане най-подходящи са повърхнини с отрицателна гаусова кривина.
- 3.** Базовите форми при механично-напрегната текстилна мембрана се моделират от ортогонална или радиална мрежа от нишки и са хиперболичен параболоид и конусовидна форма. В зависимост от вида и местоположението на опорните елементи (стойки, окачващи или анкерирани ванти, арки или рамки, опорни пръстени), от базовите форми произлизат основните архитектурни форми: хиперболичен параболоид с високи и ниски точки по контура, седловидна форма с опорен пръстен или арки, вълнообразна форма - съставена от поредица от седловидни части, развити между носещи и стабилизиращи въжета. Архитектурните форми могат да бъдат със сложни повърхнини (комбинирани или модулни).
- 4.** Една и съща основна архитектурна форма на мембраната може да има различен опорен контур (точков, линеен или смесен).
- 5.** В зависимост от конструктивните функции на текстилната мембрана на пространствено (структурно) ниво, пространствено-конструктивната структура на покритията се разделя на две основни групи: 1) покрития, при които текстилната мембрана има основна носеща и стабилизираща функция; 2) покрития, при които текстилната мембрана е второстепенна част от носещата конструкция.
- 6.** За пространствено-конструктивната структура на покритията с механично напрегната текстилна мембрана, при които текстилната мембрана има основна носеща и стабилизираща функция определящо е взаимодействието между мембраната и нейните опорни елементи.
- 7.** При съоръжения, в които текстилната мембрана има второстепенна роля, пространствено-конструктивната структура на покритието се определя от вида на основната носеща конструкция. Формата на текстилната мембрана, със своите формообразуващи принципи е съобразена със структурните особености на главната носеща конструкция.
- 8.** Архитектурно-композиционните възможности на покритията зависят от конструктивните функции на текстилната мембрана (на пространствено и на елементно ниво). Конструктивните функции на елементно ниво определят геометрията на повърхнината на мембраната, а ролята на мембрана в носещата конструкция на покрива (главна или второстепенна) определя конструктивната система и схема на опорните елементи.

Заклучение

Естетически качества на архитектурната форма, реализирана с текстилна мембрана, се постигат чрез художествената изява на пространствено-конструктивната структура и на материалите и връзките между основните носещи елементи.

Основните изводи от настоящето изследване доказват тезата: Конструктивните функции на текстилната мембрана са определящи за пространствено-конструктивната структура и за архитектурно-композиционните възможности на реализираната чрез нея архитектурна форма.

Оценка на приносите

1. Научно-теоритични приноси:

1.1. От направения теоретичен анализ на архитектурната форма, реализирана с механично напрегната текстилна мембрана, са изведени нейните основни характеристики:

- Пространствено-конструктивната структура на покритията се реализира от основните носещи архитектурно-конструктивни елементи (текстилна мембрана и опорни елементи).
- За пространствено-конструктивната структура определящи са конструктивните функции на текстилната мембрана на пространствено и елементно ниво.
- Тектониката е основно средство на архитектурната композиция, чрез което се постига художествена изразителност на покритията с текстилна мембрана.

1.2. Проучени и систематизирани са примери от световната архитектурна практика на изпълнени покрития с механично напрегната текстилна мембрана.

1.3. Направен е преглед на историческото развитие на покритията с текстилна мембрана и сравнителен анализ с висящите покривни конструкции, от който е изведено заключението, че съвременните покритията с текстилна мембрана са архитектурно-технологично развитие на еднослойните предварително напрегнати висящи конструкции, реализирани с мрежа от носещи и стабилизиращи въжета.

2. Научно-приложни приноси:

2.1. Изследвани са особеностите на пространствено-конструктивната структура при покритията с механично напрегната текстилна мембрана в зависимост от ролята на мембраната (главна или второстепенна) в системата на носещата конструкция.

- 2.2. Систематизирани са основните хоризонтални и вертикални конструктивни схеми на покритията с механично напрегната текстилна мембрана.
- 2.3. Разгледана е взаимната обвързаност на конструктивните принципи на формообразуване и възможностите за приложение на средствата на архитектурната композиция за постигане на художествени качества на архитектурната форма.

Приложимост на труда

Анализите и изводите, залегнали в дисертационния труд, могат да намерят приложение:

1. В процеса на проектиране на покрития с механично напрегната текстилна мембрана.
2. За задълбочаване, обогатяване и прецизиране на изследванията в сферата на конструкциите с текстилна мембрана.
3. За учебна цел при обучението на студенти по архитектура.

Библиография на автореферата

1. Berger, H. (2005). *Light Structures– Structures of Light*, ISBN 1-4208-5267-1.
2. Frei, Otto (1973). *Tensile Structures. Design, Structure and Calculation of Buildings of Cables, Nets and Membranes*, ISBN 0 262 65005 3.
3. Knippers, Cremers, Gabler, Leinhard (2011), *Construction Manual for Polymers and Membranes*, ISBN 978-3-0346-0733-9.
4. Ангелов, М.(1989). *Архитектурни конструкции*, Техника; Angelov, M.(1989). *Arhitekturni konstruktсии, Tehnika*.
5. Даков, Д. (2004). *Стоманени конструкции от тръбни профили*, ISBN 954-90912-3-6. Dakov, D.(2004). *Steel Structures with Tubular Profiles*.
6. Дзеви, Б. (1984). *Архитектурни предизвикателства*, Наука и изкуство. Dj Evi B.(1984). *Arhitekturni predizvikatelstva, Nauka i izkustvo*.
7. Йорданова, Н.(2019). *Структурно-функционален модел на тектониката в архитектурата*, дисертационен труд. Jordanova N. (2019), *Structurally-Functional Model of Tectonics in Architecture*, phd.
8. Младжов, Р.(1987). *Висящи Конструкции*, Техника. Mladzhov, R.(1987). *Visyashti Konstruktсии, Tehnika*.
9. Попов, И.(1973). *Въведение в архитектурното проектиране*, Техника. Popov, I. (1973). *Vavedenie v arhitekturnoto proektirane, Tehnika*.
10. Танев, В.(2005). *Текстилни мембранни конструкции със стоманен опорен контур*, дисертационен труд. Tanev, V.(2005), *Textile Membrane Structures with Supporting Steel Frames*, phd.
11. Тилев, Ж. (2013). *Технологична теория на архитектурата*, ISBN 978-954-724-052-0. Tilev, J.(2013), *Technological Theory of Architecture*.