

УДК 725

В. Г. Штолько*доктор архітектури,
професор кафедри основ архітектури і АП*

ВИСЯЧІ КОНСТРУКЦІЇ І ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ В РОЗВ'ЯЗАННІ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ЗАДАЧ

Анотація: в статті виявляються різновиди висячих систем і композицій на їх основі.

Ключові слова: висячі системи, область їх застосування і класифікація.

I. Висячі системи, їх область застосування і класифікація.

Темпи будівництва і успішний розвиток архітектури безпосередньо пов'язані з впровадженням досягнень науки і техніки, нових матеріалів і високоефективних конструкцій, у тому числі і конструктивних систем висячого типу, як одного з перспективних напрямів в будівництві великопрогонових будівель і споруд.

Висячі конструктивні системи з'явилися на зорі виникнення цивілізацій (покриття театру Одейтона в Афінах, покриття трибун Колізею в Римі і т.п.), проте сплеск інтересу до цих систем виник у середині минулого століття у зв'язку з успішним розвитком будівельної механіки, обчислювальної техніки, створення і промислового випуску високоміцних матеріалів, здатних сприймати значні розтягуючі зусилля.

Згідно загальноприйнятому визначенню до висячих відносяться ті конструктивні системи, в яких основні несучі елементи, що визначають їх стійкість і необхідні функціональні якості споруди, є гнучкими і працюють переважно на розтягування. З позицій формування архітектури будівель і споруд з використанням висячих конструктивних систем, цей фактор має принципово важливе значення, бо, як відомо, несуча здатність гнучких розтягнутих елементів конструкції залежить не тільки від міцності матеріалу, але і від їх форми, яка в свою чергу є основним засобом архітектурної організації середовища, резервом економіки і недосяжності розмірів перекритого простору для всіх інших існуючих конструкцій.

В зв'язку з цим при формуванні об'ємно-просторового рішення споруди з застосуванням висячих конструкцій на перший план висуваються умови формування висячих систем, які визначаються конструктивними можливостями, не дивлячись на те, що в ієрархії традиційного архітектурного формоутворення конструктивні чинники, як правило, не завжди є пріоритетними. Таким чином, специфічні особливості формування висячих

систем, і перш за все висячих покриттів, накладають свої умови на черговість визначення архітектури будівель і споруд з використанням висячих систем, в яких на перший план висуваються завдання вибору типу висячої конструкції по схемі: конструкція, функція, естетика. Принципи, які лежать в основі висячих будівельних конструкцій і забезпечують їх несучі функції, знаходять широке застосування в різних галузях народного господарства: будівництві житлових і громадських будівель, мостобудуванні, при прокладці трубопроводів, антенно-щоглових споруд, ліній електропередач і т.п. проте архітектурні переваги висячих систем найбільшою мірою виявляються в будівлях з великопрогоновими і багатопрогоновими покриттями (ВП).

Існуючі різновиди великопрогонових покриттів історично склалися стихійно, у міру виникнення, і групувалися за різнорідними ознаками. Для визначення «раціональної ніші» ВП серед великопрогонових покриттів, виявлення межі їх можливого використання і інтеграційних зв'язків з покриттями, заснованими на інших принципах, а також систематизації і узагальнення інформації по різних типах покриттів створена міжвидова класифікація великопрогонових покриттів. При її розробці як головний критерій, що визначає основу класифікації, прийняті ознаки, що відображають характер роботи основних несучих елементів пролітної частини – стиснення, вигин, розтягування і т.д., тобто ті ознаки, які згідно визначенню, виділяють кожен із них, в тому числі і ВП в самостійний вид. Міжвидова класифікація використовується як класифікаційний орієнтир в роботі над науково-дослідною тематикою, аналізі шляхів розвитку і узагальнення досвіду застосування будівель з великопрогоновими покриттями.

Сучасний стан і шляхи розвитку ВП як одного з видів великопрогонових конструкцій відображено в структурному дереві висячих покриттів – СДВП, що є системою супідрядних понять у вигляді відкритої універсальної класифікації, побудованої дедуктивним шляхом за принципом впорядкованого розташування від загальних до конкретних елементів, що підпорядковують супідрядні. Елементи об'єднанні маршрутними зв'язками у вигляді горизонтальних рядів і вертикальних гілок, що виражають супідрядність між більш загальними і конкретними поняттями. Перший рівень СДВП виділяє у висячому покритті основні складові частини конструкції: нижній горизонтальний ряд – «корінь» (фундамент); три подальші ряди відображають підтримуючі (II ряд-стовбур), опірні (III гілки ряду) і пролітні (IV ряд) частинам покриття, які утворюють «крону». Другий рівень структурного дерева розвивається по вертикальних гілках, кожна з яких поглиблює зміст попередніх горизонтальних рядів за наступними ознаками: характеру виконуваних функцій, об'ємно-просторовим особливостям, виду сприйманих зусиль або способам стабілізації (для

пролітних конструкцій), використовуваними матеріалами і конструктивним прийомом. Третій рівень конкретизує попередні і завершує перші три горизонтальні ряди.

Перші три рівні СДВП є достатньо повною впорядкованою основою для дослідження тектоніки, інформаційного потенціалу, об'ємно-просторових якостей і форм опорних і підтримуючих конструкцій, фундаментів і проведення техніко-економічних порівнянь. Четвертий і подальші рівні класифікації забезпечують подальше поглиблення виділених раніше ознак пролітної частини покриття, які необхідні для визначення закономірностей формоутворення, виявлення різноманіття об'ємно-просторових рішень, їх функціонально-технологічних можливостей, способів практичної реалізації, засобів архітектурно-художньої виразності, шляхів вдосконалення і створення нових різновидів покриттів, а також узагальнення досвіду їх застосування в рішенні архітектурних задач.

Класифікація дозволяє упорядкувати і систематизувати накопичені знання про ВП до рівня теоретичного узагальнення і визначення актуальних напрямків подальших пошуків, проведення досліджень, виявлення шляхів вдосконалення існуючих напрямків розвитку і створення нових типів покриттів, залишаючись при цьому відкритими для подальшого розвитку як окремих елементів, так і всієї системи в цілому.

II. Конструктивні передумови формоутворення ВП.

Відповідно до СДВП в компоновальній схемі висячої системи виділені чотири основні складові частини – пролітна, опорна, підтримуюча і фундаменти. Кожна з частин покриття або всі частини можуть бути виконані з використанням принципів «роботи» висячих конструкцій, проте провідне значення у формуванні архітектури покриття належить пролітній частині.

Головними структурними елементами, що забезпечують, уособлюють здатність і визначають просторову організацію, архітектурні властивості і функціональні можливості висячої системи, є розтягнуті стрижні (ванти), вантові мережі, розтягнуті поверхні (мембрани) і комбінації на їх основі. Елементи, що входять до складу системи, що «працюють» на вигин, кручення, стиснення і т.п., а також елементами, що виконують огорожуючи, захисні, художньо-естетичні функції і інженерне забезпечення будівлі, також можуть брати участь у формуванні її архітектурно-конструктивних якостей, проте основна роль у формуванні інших ознак висячих конструкцій належить головним структурним елементам, що працюють на розтягування.

Несучі можливості гнучких елементів визначаються не тільки міцністю матеріалу, але і їх формою, взаєморозташуванням в просторі і взаємозв'язком з іншими елементами.

При визначенні властивостей конструктивних форм і компоновальних схем ВП, використовувалися відомі з курсу будівельної механіки закономірності, що зв'язують форму і зовнішнє навантаження гнучкої нерозтяжної нитки, як теоретичного аналога розтягнутого стрижня; вантові мережі розглядаються як композиції з окремих ниток, а розтягнуті поверхні – як континуальний аналог вантових мереж з трикутним осередком і закріпленими у вузлах стрижнями.

Аналіз можливостей розміщення на різних поверхнях несучих розтягнутих структур тих або інших контурів дозволив виявити основні конструктивні властивості покриттів різної форми і умови їх раціонального використання в розвитку типології будівель і архітектурно-будівельній практиці:

1. Розтягнуті прямолінійні стрижні і поверхні у вигляді площини нульової кривизни можуть сприймати, не міняючи форми, тільки ті навантаження, напрям яких співпадає з віссю стрижня або площиною; їх рекомендується використовувати як несучі елементи у вигляді автономних вантів або вантових ферм в комбінованих системах.

2. Поверхні нульової і позитивної гауссової кривизни можуть сприймати навантаження, напрям яких орієнтований у бік опуклості поверхні; при зміні закону завантаження вони схильні до втрати як місцевої, так і загальної стійкості і вимагають спеціальних заходів по забезпеченню стабілізації форми. Ці поверхні слід використовувати для покриттів провисаючої і провисаюче-ввігнутої форми.

3. Розтягнуті поверхні у формі від'ємної гауссової кривизни можуть сприймати навантаження різного знаку, не втрачаючи загальної стійкості. Вони піддаються попередній напрузі шляхом натягнення на опорному контурі і можуть використовуватися для покриттів сідлоподібної, шатрової, гвинтоподібної, воронкоподібної і ін. форм.

Виявлення основних конструктивних особливостей ВП, що характеризують їх як системи висячого типу, дозволило визначити основні відмінні якості, що мають принципово важливе значення для формування архітектури будівель:

- «Робота» несучих елементів на розтягування не вимагає забезпечувати їх поздовжню стійкість, залежну, як відомо, не тільки від міцності, але і від геометричних параметрів елемента. Це дозволяє повністю використовувати міцнісні ресурси матеріалу і таким чином забезпечити

збільшення розмірів простору, що перекривається, від проміжних опор і збільшення прольоту за всіх інших рівних умов сприяє впровадженню прогресивних принципів архітектурно-планувальної організації будівель, зокрема укрупнення, кооперації, універсалізації і динамічності функціональних процесів.

- Виконання несучих функцій покриттям як системою, складеною із гнучких, працюючих на розтягування елементів, нерозривно пов'язано з необхідністю застосування відповідних конструктивно обґрунтованих і визначених форм, що збагачує архітектуру новими, об'ємно-пластичними засобами, які раніше не застосовувалися і мають принципово важливе значення для вирішення композиційних, архітектурно-типологічних, функціонально-технологічних та ін. архітектурних проблем, що не піддаються розв'язанню при використанні інших конструкцій.

- Взаємозв'язок і взаємозалежність несучої здатності покриття і його форми вимагають органічного злиття архітектурної форми і конструкції, порушення якого приводить або до переродження висячої системи в іншу, або втраті покриттям несучої здатності, чи створення архітектурної форми поза конструкцією, що викликає додаткові витрати матеріалу, трудові і фінансові витрати.

- Відмінність закономірностей конструктивного формоутворення ВП від інших різновидів покриттів розширює палітру архітектурно-художньої виразності об'єктів за рахунок нових пластичних засобів і прийомів тектонічної побудови будівель.

Виявлення основних різновидів конструктивних форм пролітних конструкцій ВП і особливостей, що впливають на формування архітектури будівель, є обмежувальним параметром для подальшого пошуку і визначення можливого різноманіття і різновидів архітектурних форм, їх об'ємно-просторових, пластичних, композиційних та інших якостей, для ефективного використання в архітектурно-будівельній практиці.

Література

1. Roland Green The Architect's Guide to Running a Job (Butterworth Architecture Management Guides), From Book News, Inc., 1996, 159 pages.

Аннотация: в статье оказываются разновидности висячих систем и композиций на их основе.

Ключевые слова: висячие системы, область их приложения и классификация.