

УДК 728

д.арх. В.Г. Штолько,  
Київський національний університет будівництва і архітектури**ВИЯВЛЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВИХ РІШЕНЬ  
ВИСЯЧИХ КОНСТРУКЦІЙ І ДОЦІЛЬНІСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ  
В АРХІТЕКТУРІ І БУДІВНИЦТВІ**

*Розглянуто виявлення різновидів просторових форм висячих покриттів і просторових композицій на їх основі.*

*Ключові слова: прості, складні складені і комбіновані форми і композиції на їх основі.*

Виявлення основних конструктивних форм ВП, умов виконання ними несучих функцій і вирішення інших задач, що впливають на формоутворення будівель, є рішенням тільки однієї частини архітектурної триади – конструктивної.

Подальше завдання полягає в виборі шляхів насичення конструктивно обґрунтованих форм функціональним і естетичним змістом.

Можливості використання ВП для вирішення функціонально-типологічних завдань визначаються, перш за все, його об'ємно-просторовими якими. Для конкретизації умов, що пред'являються до форм і компонувальних схем ВП з погляду оптимального рішення функціонально-типологічних задач, були визначені параметри основних типів зальних приміщень громадських будівель масового будівництва, унікальних будівель, а також нетрадиційних рішень створення архітектурного середовища з урахуванням можливостей, які відкриває застосування ВП в перспективі.

Наступним етапом дослідження є виявлення різноманіття і генетичних різновидів форм (геномів) і компонувальних схем ВП в межах збереження приналежності до висячих систем, визначення контурів організовуваних ними просторів і планів, що перекриваються, а також можливостей насичення їх доцільним функціональним змістом, що об'єднуються поняттям «користь».

Класифікаційним орієнтиром дослідження була прийнята третя гілка, четвертого горизонтального ряду СДВП, яка визначає об'ємно-просторові характеристики пролітної частини, виділяючи три основні групи покриттів у вигляді:

- I – простих форм поверхонь;
- II – складених і складних поверхонь;
- III – комбінованих просторових утворень.

За основу були визначені базові моделі, що охоплюють основні типи форм і компоновальних схем пролітних частин покриттів. За допомогою зміни формоутворювальних параметрів базових моделей в рамках збереження основних ознак ВП, виявлялися їх «генетичні» різновиди, дається оцінка їх архітектурно-просторові характеристики і можливості в рішенні містобудівних, функціонально-типологічних, композиційних, естетичних, конструктивно-технічних і ед. архітектурних якостей, а також визначені способів практичної реалізації. Внаслідок цього були виділені системи, які найбільшою мірою забезпечують практичне використання переваг і недоліків ВП в рішенні актуальних архітектурних задач в широкому діапазоні форм, параметрів, прольотів, композиційних прийомів, експлуатаційних вимог, способів використання матеріалів і будівельної індустрії.

Встановлені архітектурні властивості і способи реалізації основних різновидів ВП, перевірені на макетах, моделях в експериментальному проектуванні і будівництві, а також зіставлені з даними, одержаними шляхом аналітичного узагальнення досвіду застосування аналогічних форм у вітчизняній і зарубіжній архітектурній практиці.

В процесі проведених таким чином досліджень одержані результати, які в узагальненій формі викладаються нижче.

1. Покриття у формі простих поверхонь об'єднують ВП, що мають наступну форму: поверхні нульової, додатної і від'ємної гауссової кривизни.

Покриття у формі поверхні нульової гауссової кривизни можуть мати вид площини або ділянок поверхонь, що розгортаються на площину (конуса, циліндра і торсу).

Покриття у вигляді площини унаслідок великої деформативності, використовуються тільки в будівлях і спорудах, в яких зміна форми покриття не погіршує умов експлуатації і не знижує їх надійності. Оскільки перелік будівель такого типу обмежений, дослідження архітектурних якостей покриттів у формі площини не представляє інтересу. Архітектурно-просторові властивості покриттів, в яких використовується площина як вигинисто-жорсткий елемент покриттів підвісного і навісного типа, а також розтягнуті площини і їх дискретні аналоги у вигляді вантових ферм розглядаються і використовуються в комбінованих системах.

Покриття у формі ділянок поверхні, що розгортаються на площину, прийнято називати такими, що провисають. Ними доцільно перекивати плани у вигляді прямокутника, кола, трапеції і близькі ним контури, утворюючи, як симетричні, так і асиметричні композиції. Характерною межею об'єму, що

утворюється покриттям в поєднанні з горизонтальною площиною і контурною стінною огорожею, є зниження висоти у напрямку до однієї з осей. Покриття піддаються реалізації в збірно-монолітному залізобетоні із стабілізацією форми шляхом попередньої напруги і мембранному виконанні із стабілізацією пролітних конструкцій вигинисто-жорсткими елементами. Форма забезпечує природне зовнішнє водовідведення, володіє достатньо високим рівнем візуальної інформативності і може використовуватися для створення як статичних, так і динамічних композицій. Враховуючи це, покриття доцільно застосовувати в крупних капітальних будівлях і комплексах, що мають зальні приміщення, в яких на функціональні вимоги необхідно забезпечити збільшення висоти у бік контура по одній з осей (двох або одностороннє розташування зорових трибун, ярусів торгівлі і т.п.).

Покриття, в яких використовуються поверхні позитивної гауссової кривизни, мають провисаюче-увігнуту форму. Найбільш ефективним контуром покриттів є провисаюча поверхня на плоскому замкнутому криволінійному контурі, що забезпечує його безрозпірну роботу. Провисаюче-увігнуті покриття мають сферичні, і близькі ним, контури і утворюють з горизонтальною площиною і контурною стінною огорожею осі симетричні об'єми з висотою, що знижується, до центру простору, що перекривається. Покриття реалізуються в збірно-монолітному виконанні із стабілізацією вигинисто-жорсткими елементами або власною масою. Для організації зовнішнього водовідведення необхідно прокласти водостоки в межах об'єму, що перекривається. Рівень зовнішньої візуальної інформативності низький.

Рациональна область застосування – капітальні будівлі із зальними приміщеннями, що мають круглі, овальні, полігональні, квадратні або близькі ним компактні контури в плані із зниженою висотою в центральній частині і можливістю організації водовідведення через об'єм, що перекривається. Покриття доцільно використовувати для формування статичних вісесиметричних композицій.

У покриттях, у формі поверхні від'ємної гауссової кривизни, виділені сідловидні, воронкоподібні, шатрові і гвинтоподібні різновиди.

Рациональними формами планів, що перекриваються сідловидними покриттями, є коло, еліпс, прямокутник, квадрат, ромб і їх різновиди компактних контурів. Покриття має двовісну симетрію і утворює об'єми з висотою, що підвищується, від центру до периферії по одній осі і що знижується по іншій. Форма покриття забезпечує природне водовідведення. Покриття реалізується в збірному і монолітному залізобетоні, вантових, мембранних і тентових конструкціях. Пролітна частина покриття володіє

високою візуальною інформативністю, виразним силуетом і може використовуватися для створення як статичних, так і гостро динамічних двовісних композицій. Рекомендована область застосування – зальні приміщення спортивних, видовищних, виставкових, торгових і ед. типів будівель і споруд.

Покриття лійкоподібної форми можуть описуватися не тільки поверхнями від'ємної, але і нульової кривизни конічних контурів. Вони утворюють об'єми осі симетричного характеру з пониженням до центру. Конттури поверхонь плану, що по характеру перекривається, організованого простору, мають малу візуальну інформативність, а також способами водовідведення, близькі до провисаюче-увігнутих покриттів сферичних контурів. Лійкоподібні покриття доцільно виконувати в мембранних і тентових конструкціях. Рациональна область застосування – будівлі із зальними приміщеннями для торгівлі, виставок, громадського харчування і т.п.

Покриття шатрової форми характеризуються наявністю, в межах частини, що перекривається, центральної опори, а у разі винесення за межі покриття – зовнішніх конструкцій, що підтримують верхню частину поверхні. Характер об'єму, що перекривається, - вісесиметричний з наростанням висоти в центральній частині. Покриття може організовувати з площиною підлоги замкнутий об'єм і забезпечувати природне зовнішнє водовідведення. Спосіб реалізації – збірний і монолітний залізобетон, вантові і мембранні конструкції, тенти. Форма поверхні має високу візуальну інформативність і ефективна для утворення центричних і вісесиметричних композицій. Рациональна область застосування – зальні приміщення торгового, виставкового і виробничого призначення.

Покриття у формі гвинтоподібних поверхонь, відрізняються неординарною пластикою і круговою візуальною інформативністю. Організовані покриттям об'єми мають складні контури. Формоутворювальний контур – спіральні криві в поєднанні з прямолінійними ділянками. Реалізація ускладнена через складність форми. Покриття піддається реалізації в монолітному залізобетоні або конструкціях тентів. Рекомендована область застосування – будівлі і споруди, для яких екзотичність форми служить чинником, що обґрунтовує доцільність їх використання, як, наприклад, виставкові павільйони або споруди рекламного типа, композиціям яких, за допомогою покриття, може додаватися спіральсько-динамічний характер.

II. Покриття, у вигляді складених і складних поверхонь (секційні оболонки), утворюються з окремих оболонок у формі поверхонь нульової, додатної і від'ємної гауссової кривизни. Просторовий розвиток секційних

покриттів, їх конструктивна структура і об'ємно-планувальні якості визначаються формою початкових секцій, їх кількістю, способом блокування, а також формою, розмірами і взаєморозташуванням елементів стикового контура на поверхні секції. Секційними покриттями з прямолінійним стиковим контуром, доцільно перекривати зальні приміщення будівель з планами у вигляді прямокутника, круга, кругового кільця, смуги довільних контурів і т.п. Найбільшими композиційними можливостями володіють покриття з двома, чотирма і шістьма елементами стикового контура. Найбільш ефективне рішення опорних конструкцій можна одержати у тому випадку, коли в місцях стиковки суміжних секцій немає необхідності встановлювати жорсткі елементи.

Визначення форм і об'ємно-просторових структур секційних покриттів із стиковим контуром у вигляді двох плоских кривих, проводилося методом аналізу «схем поєднання площин», що фіксує етапи просторового взаєморозташування елементів стикового контуру секцій і що забезпечує визначення всього різноманіття композиційних рішень.

Композиції, на основі секцій з двома елементами стикового контуру у вигляді плоских кривих однонаправленої орієнтації опуклостей, лежать в основі хвилевих (склепінчастих) покриттів, а з двома плоскими кривими різноспрямованої орієнтації – складчастих покриттів. Як хвилеві, так і складчасті покриття відрізняються планувальною чіткістю і можуть застосовуватися для зальних приміщень, що мають контури плану у вигляді круга, кругового кільця, скільки завгодно витягнутого прямокутника або довільно обкресленої смуги. Хвилеві оболонки утворюють закриті об'єми, складчасті – відкриті.

Секційні оболонки, що складаються з декількох типорозмірів секцій, а також секцій, що мають по декілька криволінійних і прямолінійних ділянок стикового контура, володіють практично безмежною композиційною варіативністю і так само є вельми перспективними.

До покриттів складної форми відносяться оболонки у вигляді гладких поверхонь із знаком гауссової кривизни, що змінюється. У ряді випадків вони можуть розглядатися як складені. Значний практичний інтерес представляють т.з. підперті і підперто-відтягнуті системи, на основі яких можна створювати багато- і великопрогонові покриття для планів необмежених розмірів з вільною конфігурацією (стадіон в Мюнхені). У мембранному і торкрет-бетонному виконанні тентового покриття можуть знайти широке застосування для вирішення широкого кола архітектурно-типологічних завдань в будівлях із

спортивними, виставковими, торговими, складськими приміщеннями багатоцільового використання і т.п., і є вельми перспективними.

Встановлені в процесі дослідження, прийоми архітектурного формоутворення покриттів з однотипних або обмеженого числа різнотипних елементів, виявилися теоретичною основою для розробки універсальних систем покриттів, що поєднують в собі об'ємно-планувальну гнучкість, необхідну для вирішення обширного кола функціонально-технологічних, експлуатаційних, економічних, естетичних і ед. завдань, з можливістю реалізації в умовах індустриального виробництва і, відповідно до вимог стандартизації.

III. Комбіновані системи охоплюють різні види переважно двопоясних об'ємно-просторових рішень покриттів, пролітна частина яких є розвиненими в тривимірному просторі системами, що складаються з різних комбінацій автономних вант, вантових ферм, вантових мереж, розтягнутих поверхонь (мембран) і конструктивних елементів, що знаходяться в іншому напружено-деформованому стані.

У системах мереж, що складаються з автономних вант або вантових в поєднанні з жорсткими елементами або розтягнутими поверхнями, що виконують, що конструктивно захищають функції, виділено три типи рішень: тип «П», в якому розтягнуті структури розташовані над підтримуваними, утворюючи підвісні покриття, і тип «Н», в якому розтягнуті структури розташовані під підтримуваними, утворюючи покриття навісного типу і покриття типу «Ф» із застосуванням вантових ферм і вантових мереж.

Характерною відмінністю покриттів типу «П» є наявність системи підтримуючих конструкцій, які створюють активний інформаційний рівень, що підноситься над покриттям. Контури і форма плану, що перекривається, і організованого покриттям об'єму залежать від типу і форми підтримуваних конструкцій, і не мають принципових обмежень, що дозволяє рекомендувати їх для будівель із зальними приміщеннями різного призначення і багатофункціонального використання.

Для покриттів типу «Н» наявність усередині об'єму провисаючих несучих структур, що перекривається, накладає обмеження на розміри прольоту, що перекривається, і форму утворюваного об'єму, який за межами габаритів підтримуючих елементів має тенденцію до зниження висоти в центральній зоні простору, що перекривається. Утворюваний ед. пояси простір дозволяє розміщувати в ньому устаткування і інженерні комунікації. Зовнішня візуальна інформативність системи низька, в інтер'єрі – навпаки. Рациональна форма планів, що перекривається, - компактна і скільки завгодно витягнута. Доцільна область застосування – будівлі із зальними приміщеннями, компактних

(прольотом до 200 м) або скільки завгодно витягнутих контурів, функціональне призначення яких органічно зв'язується із зниженням об'єму в центральній частині в межах 1/10 – 1/20 прольоту, з можливістю розміщення в покритті складного технологічного устаткування або комунікацій (наприклад – спортивні зали з периметральним розміщенням великої кількості глядацьких місць).

Покриття, із застосуванням вантових ферм і двохпоясних систем, є різновидам описаних вище покриттів, в яких несуча конструкція вирішена у вантах і вантових мережах. Ними можна перекривати плани компактних контурів: кола, еліпса, прямо- і багатокутників, а також композицій, що лінійно розвиваються, у вигляді скільки завгодно довгих прямокутників, а також композицій, що лінійно розвиваються, у вигляді скільки завгодно довгих прямокутників і лінійних систем вільних контурів. Захищаючі елементи можна розташовувати по верхньому або нижньому поясах, а також в площинах просторових ферм, утворюючи складчасті системи. При розташуванні кривлі по верхньому поясу утворюється між фермовий простір, який можна використовувати для розміщення технологічного устаткування і прокладки інженерних комутацій. Для більшості систем забезпечується можливість природного зовнішнього водовідведення. Для практичної реалізації покриттів доцільно використовувати засоби, що захищають несучі конструкції. Стабільність форми забезпечується попередньою напругою за рахунок натягнення вантових мереж на опорному контурі. Доцільна область застосування – аналогічна описаною вище, залежно від типу рішення.

### Література

1. Закон України «Про архітектурну діяльність», Відомості Верховної Ради, 1999, №31, с.246,
2. Бадюл М.Г. Факторы, влияющие на оценку эффективности спортивно-развлекательных сооружений. / Бадюл М. // Містобудування та територіальне планування. Наук.-техн. збірник / Відпов. ед.. М.М. Осетрін – КНУБА, 2012. – Вип. 43. – С.32-40.

### Аннотация

Рассмотрены разновидности пространственных форм всяких покрытий и пространственных композиций на их основе.

**Ключові слова:** прості, складні складені і комбіновані форми і композиції на їх основі.