

УДК 692+72.012

Лісун І. С.

аспірант кафедри архітектурних конструкцій
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТРАНСФОРМОВАНІ СКЛАДЧАСТІ КОНСТРУКЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ

Анотація: Розглянуто типи складчастих трансформованих конструкцій (СТК) у будівництві і запропоновано їх класифікацію за методами трансформації. На основі класифікації методів трансформації складчастих систем охарактеризовано їх з точки зору архітектурного дизайну. Запропоновано складчасту трансформовану систему з модульних елементів двох типорозмірів, яка утворена за допомогою одного з методів трансформації, а саме розгортка з площини. Наведено принцип трансформації даної системи.

Ключові слова: трансформація системи, складчасті трансформовані конструкції (системи), архітектурний дизайн, модульні елементи.

Визначення термінів:

Трансформація системи (ново-лат., від *trans* - через, і *formatio* - утворення виду) – зміна виду, форми чи перетворення системи за допомогою кінематики.

Складчаста трансформована конструкція (СТК) або система (СТС) – конструкція чи система з властивістю трансформації, утворена сукупністю елементів, яку можна окреслити по єдиній геометричній поверхні. Комбінуючи фрагменти геометричних поверхонь, отримуємо раціональні складчасті просторові або плоскі трансформовані конструкції з різними конфігураціями плану.

Модульний принцип – особливість побудови технічних систем, що полягає в підпорядкуванні їх розмірів проектному модулю і (або) у забезпеченні можливості комплектування різноманітних складних технічних систем з великим відмінностями характеристик з невеликого, економічно обґрунтованого, кількості типів і типорозмірів однакових первинних (типових або стандартних) загальних модуль-елементів.

Постановка проблеми. Досить поширеним напрямком в розвитку архітектури та будівництва стають трансформовані складчасті системи. Як конструкції ці системи мають корисне практичне застосування, що задовольняють вимоги в економічному плані, вимоги швидкого зведення та полегшення монтажу конструкції і т.д. Просторові СТС можуть відповідати всім естетичним і практичним вимогам в дизайнерському аспекті. Дані системи в будівельній практиці почали використовувати приблизно в середині ХХ ст.. і

з того часу, з розвитком цивілізації і застосуванням новітніх технологій, трансформовані конструкції все частіше зустрічаються та застосовуються. Тому актуальним питанням є дослідження існуючих СТС і наведення класифікації методів трансформації, що утворюють дані системи та визначення формальних якостей СТС в середовищі дизайну.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розробкою і дослідженням даної теми займалися такі вчені як Пріцкер А.Я. [1], Фесан А.М. [2], Шихієв І.С., Гладиш К.К., Нікітенко О.П., Попова І.С. та інші. В їхніх наукових роботах розроблено, досліджено та запропоновано різноманітну кількість трансформованих конструкцій і систем в будівництві та архітектурі. На основі даних робіт і базується метод досліджень даної теми.

Метою в даній статті є наведення класифікації СТК в будівництві за методами трансформації, визначення формальних якостей СТК в середовищі дизайну та запропонування нової моделі СТС.

Основна частина. СТС за своїм функціональним призначенням є досить різноманітними і широко можуть застосовуватись в будівництві та архітектурі. В даній роботі розглянута класифікація СТС як будівельних конструкцій. Методів і типів трансформації складчастих конструкцій у будівництві є не багато, а от геометричних форм, які утворюються з різноманітних елементів, може бути невичерпна кількість. Основними методами трансформації складчастих конструкцій у будівництві є:

1) Трансформація розгортання (складальна) [2] (рис. 1) – шарнірно з'єднані між собою модульні елементи, які з компактного положення розгортаються і утворюють готову конструкцію. Елементами з яких складаються СТС переважно є модульні елементи або стержні. По класифікації складчастих конструкцій за Пріцкером А.Я. [1] є чотири типи таких конструкцій, – сперті на каркас, структурні, безкаркасні, комбіновані. Дані конструкції можуть використовуватися як ангари, склади, покриття будівель чи споруд, спортивні комплекси, цирки, культурно-масові центри і т.д. На рис. 1

зображено ангар для літака Ту-134, основна ідея побудови полягає в зміні об'єкту природним способом трансформації.

2) Зонтична трансформація (рис. 2) – трансформація типу згортання чи розгортання м'яких елементів. Елементами, які утворюють дані конструкції можуть бути тентові, брезентові, пневматичні, надувні елементи і т.д.. Широко це питання розглядав Фрей Отто. Конструкціями, що утворені за методом даної трансформації можуть бути виставочні павільйони, тимчасові укриття, палатки і т.д. На рис. 2 зображено дах для театру під відкритим небом. Фрей Отто вирішив питання захисту аудиторії від дощу та питання охорони пам'ятників романічної архітектури. Розгортання відбувалося за допомогою електродвигуна. Федеративна Республіка Германія – 1968р. [6]

3) Пересувна трансформація (рис. 3) – переміщення елементів конструкції по заданим направляючим (наприклад, рельсові шляхи для переміщення елементів на коліщатах). Передвижними елементами можуть бути стержні, модульні елементи, а також просторові системи будь-якої форми. Конструкціями в яких застосовують передвижну трансформацію можуть бути стадіони, укриття для басейнів, ангарів, закладів культури і т.д. На рис. 3 зображено покриття для басейну, це лише один з багатьох видів пересувної трансформації. У архітектурному вирішенні кінетичних будівель проявляється ступінь участі трансформованого елемента в загальному композиційному вирішенні, його самостійність, а також підпорядкування загальному композиційному строю.[3]

4) Трансформація обертання (рис. 4) – трансформація, яка утворена методом повороту елемента конструкції чи всієї конструкції, при заданому куті повороту або довільно (в залежності від типу та призначення конструкції). Прикладом даного методу трансформації можуть бути конструкції вікон, дверей та інші системи обертання у будівництві. На рис. 4 зображено трансформацію обертання. В даній будівлі динаміка обумовлює його об'ємно-планувальну структуру, в якій виявляються складність обсягу, характер побудови планувальної композиції, а також функціональне наповнення.[4]

5) Комбінована трансформація (рис. 5) – поєднання декількох методів трансформації. На рис. 5 зображено трансформований об'єкт в якому поєднано два типи трансформації: пересувна та обертання. Дизайн проекту Sanzpont. Протягом дня фотоелектричні панелі слідує за сонцем, беручи від нього максимум сонячної енергії, ввечері будівлю висвітлюється зсередини світлодіодами, а вночі воно перетворюється на своєрідний кокон з проекцією зоряного неба [5].



Рис.1 Док-ангар для літака Ту-134.



Рис.2. Дах для театру під відкритим небом.



Рис.3 Покриття для басейну.

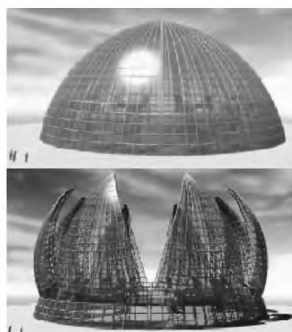


Рис.4 Громадський об'єкт

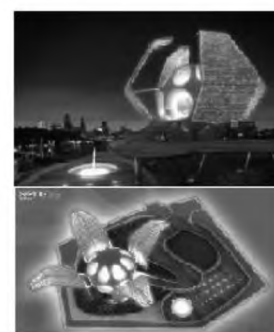


Рис.5 «Лондонська кімната»

На рис.6 наведено класифікацію, яка відображає методи трансформації СТК у будівництві. Дана класифікація використовуватиметься для розробки номенклатури нових моделей просторових складчастих систем з різними схемами трансформацій.

В архітектурному дизайні, тобто в сфері архітектурно-будівельної діяльності, СТК можуть займати визначне місце, як об'єкти і споруди масового призначення: житлові будівлі, громадські споруди, промислові об'єкти і т.п.. СТК і будівлі та споруди, які з них будуються, ефективно можуть застосовуватись та поєднуватись в дизайнерському аспекті та відповідати всім естетичним вимогам та якостям. Як відомо, архітектурний дизайн – розділ

архітектурно - будівельного проектування, націлений на формування об'ємно - просторових і матеріально - технічних умов людського існування - будівель, споруд, населених місць і їх обладнання та благоустрою - з позицій переважно утилітарно - практичних планувальних рішень, їх ергономічності і доцільності, економічності і ефективності конструктивних і будівельних пропозицій.

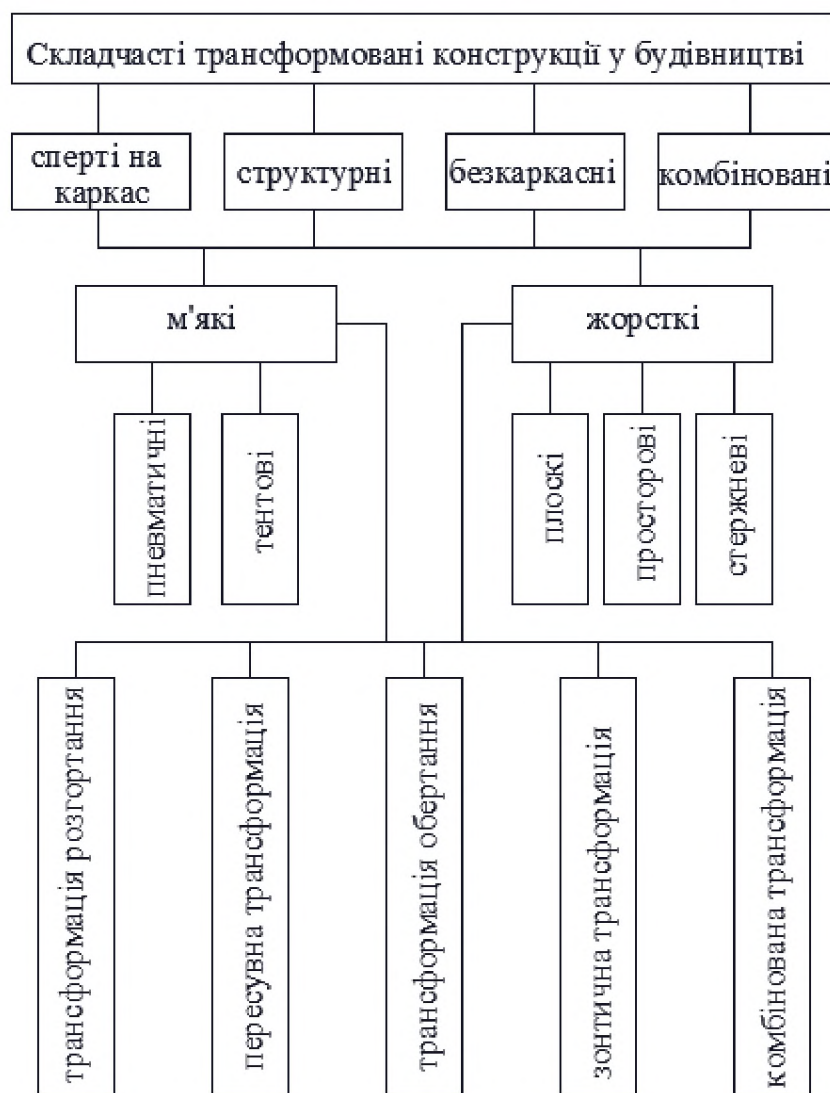


Рис.6. Класифікація СТК у будівництві

Геометрична модель СТК – модель, яка відображає форму і структуру СТК не залежно від її конструктивних чинників (технологічні, експлуатаційні), механічних властивостей (силові, деформаційні, енергетичні) та будівельного матеріалу з якого виготовлена дана СТК.

Розглянемо систему зі складчастих модульних елементів двох типорозмірів. При цьому дані елементи повинні мати характер

трансформованості. Всі розміри модульних елементів в процесі трансформації залишаються незмінними, тоді як сама система «розкривається» з компактного стану, переходить в положення Π_n і утворює плоску геометричну модель в кінцевому результаті. Порівняно з початковим система збільшується майже в 10 разів (рис. 6).

В системі, що розглядається (рис. 7) спостерігається визначена кількість модульних елементів: трикутників (Т) – 32, квадратів (К) – 65, а кількість типорозмірів два: n та m .

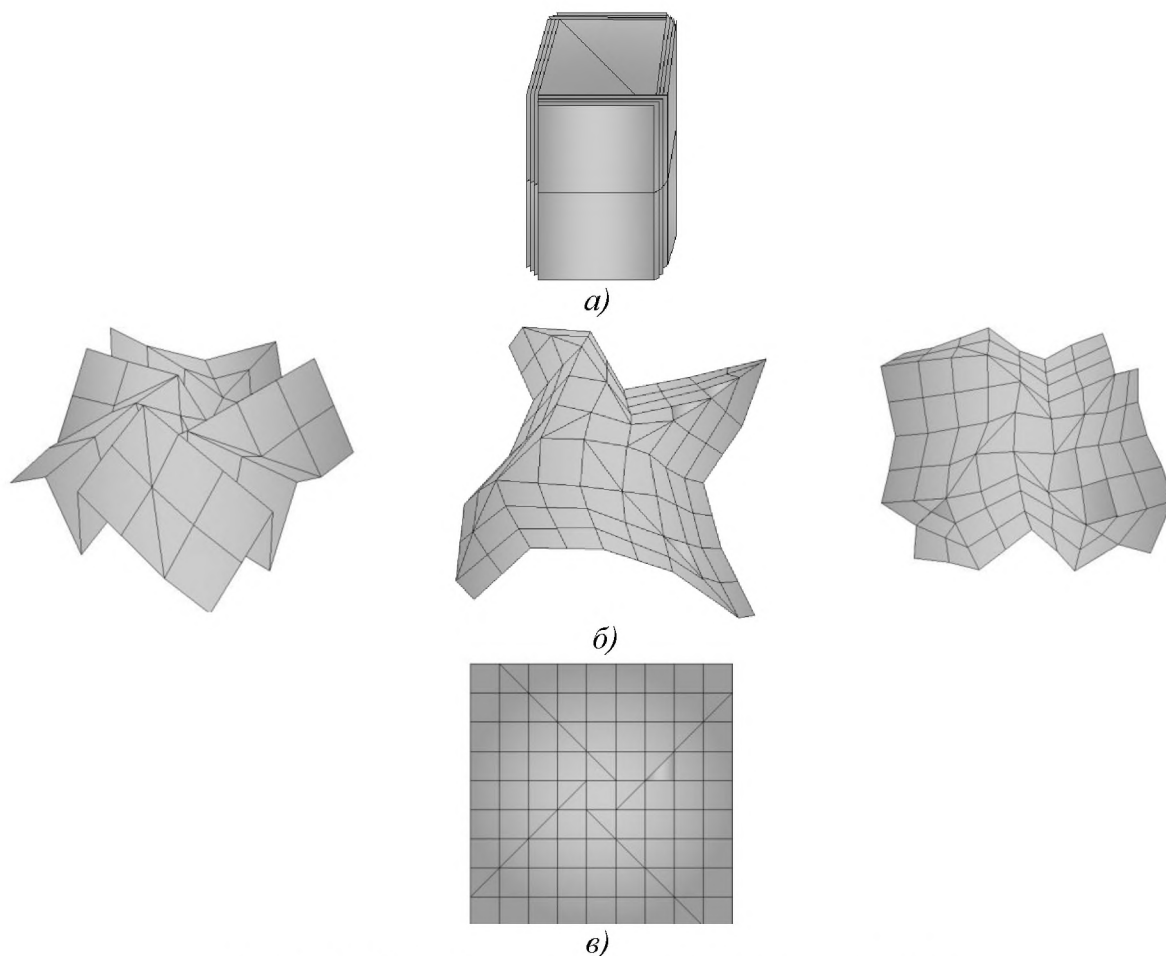


Рис. 6. СТС з модульних елементів двох типорозмірів.

а) Вихідне положення – Π_1 ; б) Проміжне положення – Π_n ; в) Кінцеве положення – Π_3 .

Якщо розглянути довжини граней елементів n та m , то залежність між ними буде:

$$m = \frac{2n\sqrt{3}}{3}, \quad (1)$$

З'єднуючи два модульних елемента трикутної форми (Т) отримуємо форму

другого модульного елемента (K). Звідки випливає визначення:

$$S_T = K \quad (2)$$

де S – площа модульного елемента.

Розглянувши систему (рис. 7) можемо спостерігати, що кут $\alpha = 90^\circ$, а кут $\beta = 45^\circ$ (доведення даного припущення буде зроблено в наступній роботі).

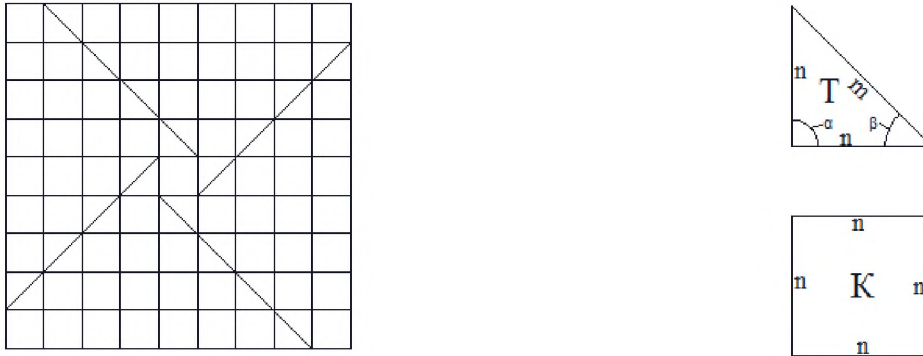


Рис. 7. Геометрична модель плоскої СТС та модульні елементи, що її утворюють.

Поетапно з'єднуючи елементи у визначеному порядку отримуємо складчасту систему з модульних елементів двох типорозмірів. При трансформації системи з положення Π_1 у заданому напрямку (рис. 6) отримуємо положення Π_n , з якого система переходить у положення Π_3 , яке для даної системи є кінцевим.

Π_1 – СТС у складеному стані або у вхідному положенні;

Π_n – просторові моделі різноманітних форм, які можуть утворюватись при трансформації даної системи.

Π_3 – плоска модель СТС, як кінцеве положення в процесі трансформації.

Використовуючи описану СТС і беручи до уваги отримані умови її трансформації, можемо створювати різноманітні просторові форми з даної системи та розроблювати аналогічні СТС з інших багатогранних елементів.

Висновки. Наведено класифікацію, яка узагальнює та упорядковує методи трансформацій складчастих конструкцій у будівництві для створення і розширення номенклатури СТС.

На основі ілюстрацій представлено формальні якості СК за кожним методом трансформації, що охарактеризовує ці конструкції в середовищі архітектурного дизайну: їхні планувальні рішення, економічність спорудження, підпорядкування композиційному строю, це забезпечує їх функціональне та естетичне призначення та задовольняє умови для створення нових типів СТК.

Розроблено геометричну модель СТС з модульних елементів двох типорозмірів, представлено закономірність їх розташування у системі та досліджено геометричні залежності модульних елементів, що дозволить швидко і просто обирати їх раціональні параметри на ранніх стадіях проектування.

Перспективи подальших досліджень. Буде розроблено алгоритм моделювання даної СТС та досліджено її геометричні властивості. Планується розробка геометричних моделей просторових складчастих систем з різними схемами трансформації, для подальшого їх аналітичного дослідження та приведення параметрів для автоматизованого обчислення на ЕОМ.

Література

1. *Пріцкер А. Я.* Безкаркасні складчасті конструкції : книга для спеціал. проект. і буд. орган./ А. Я. Пріцкер, В. А. Аденський, М. С. Фрідман М – К. Будівельник, 1991 – 88с.
2. *Фесан О. М.* Геометричне моделювання і автоматизація проектування трансформованих складчастих структур: дис. канд. техн. наук/ Фесан О. М. – К, 1981–224с.
3. Уральська державна архітектурно-художня академія [Інтернет-журнал "Берлогос"] / Мін. осв. і наук. РФ, – Єкатеринбург, 22-23 березня 2013р / Шилкова А. О «Прийоми трансформації в архітектурі» Режим доступу: <http://arch-con.blogspot.com> – назва з екрану
4. Уральська державна архітектурно-художня академія [Інтернет-журнал "Берлогос"] / Мін. осв. і наук. РФ, – Єкатеринбург, 22-23 березня 2013р / Попова І. С. «Трансформовані фасади як засіб виразності архітектури» / Режим доступу: <http://arch-con.blogspot.com> - назва з екрану
5. *VZAVTRA.NET.* Інновації в будівництві. [Електронний ресурс] / Інформаційний проект – 2014. Режим доступу: <http://www.vzavtra.net> - назва з екрану
6. *Frey Otto.* Special issue devoted to the exhibition organized by the Museum of Modern Art: The work of Frey Otto and his team's 1955-1976 . / F. Otto – New York, 1971 – P. 64.

Аннотація

Лисун И.С. Трансформированные складчатые конструкции в строительстве. Рассмотрены типы складчатых трансформированных конструкций (СТК) в строительстве и предложена их классификация по методам трансформации. На основе классификации методов трансформации складчатых систем охарактеризовано их с точки зрения архитектурного дизайна. Предложено складчатую трансформированную систему из модульных элементов двух типоразмеров, которая создана с помощью одного из методов трансформации, а именно трансформация развертывания. Приведены принципы трансформации данной системы.

Ключевые слова: трансформация, складчатые трансформированные конструкции (системы), архитектурный дизайн, модульные элементы.

Abstract

Lisun I. S. The transformed folded structures in construction. Consider the types of folded transformed designs (FTD) in the construction and proposed classification methods for transformation. Based on the classification methods characterizes the transformation of the folded them in terms of architectural design. A fold transformed system of modular elements of two standard sizes, which is formed by a method of transformation, namely the transformation of deployment. Show the principles of transformation the system.

Keywords: transformation, folded transformed structures (systems), architectural design and modular elements.