УДК 624.011, 624.91.024.5

В. О. Попов[1]
Ван Вей[2]

БЕЗКАРКАСНІ ТОНКОСТІННІ КУПОЛИ З МОНОЛІТНОГО ПОЛІКАРБОНАТУ – СИСТЕМА ПОКРИТЯ МАЙБУТНЬОГО

[1]Вінницький національний технічний університет, Україна
[2]Цзюцюаньський професійно-технічний коледж, Китай

Анотація

У науковій роботі узагальнено інженерний досвід проектування конструкцій безкаркасних тонкостінних куполів з монолітного полікарбонату, які використовуються на сьогодні як світлопрозорі елементи дахів та окремі малі архітектурні форми. Проаналізовано функцію основних конструктивних елементів куполів та принцип роботи. Описано основні відмінності каркасної та безкаркасної технології зведення полікарбонатних оболонок. Окреслено проблемні питання конструювання і розрахунку куполів для подальших наукових досліджень.

Ключові слова: сферична тонкостінна оболонка, монолітний полікарбонат, опорне кільце, лускоподібні елементи, точкові з'єднання

Abstract

The scientific work contains the summarized of engineering experience of designing structures of frameless thin-walled domes made of monolithic polycarbonate, which are used today as translucent elements of roofs and separate small architectural forms. Have been analyzed the function of the main structural elements of domes and the principle of its operation. Have been described the main differences between the frame and frameless technology of erecting polycarbonate shells. Have been outlined the problematic questions of the construction and calculation of domes for further scientific research.

Key words: spherical thin walled shell, monolithic polycarbonate, support ring, honeycomb flakes, point connection.

Вступ

Монолітний полікарбонат в Україні та усьому світі відомий як надійний та ефективний світлопрозорий огороджувальний матеріал, добрий замінник звичайного скла, закаленого скла та органічного скла для формування огороджень конструкцій навісів, вітражів, малих архітектурних форм [1]. Полікарбонатними листовими елементами обшиваються металеві та дерев'яні каркаси, твірні яких мають прямолінійну, ламану та криволінійну форми і, завдяки пружності і міцності полікарбонатного листа, такі споруди набувають архітектурної виразності оболонок складної форми [2].

Однак звичайний та армований монолітний полікарбонат, володіє надзвичайно високими міцнісними характеристиками (співставні з металом). Межа міцності при розтязі складає 40 … 80 МПа. Модуль пружності – близько 1,5 … 3 ГПа [3]. Тому листовий монолітний полікарбонат, теоретично, може використовуватися у окремих спорудах, як самонесучий, або, навіть, несучий матеріал. Яскравим прикладом таких споруд є безкаркасні куполи різної форми.

Основна частина

На сьогодні полікарбонатні куполи у каркасному варіанті пропонуються різними світовими виробниками: SIKURTECH Laminatglastechnik GmbH (Австрія), ANHUI SHENGHANG PLASTIC CO., LTD. (Китай), ASE Myplanetarium (Україна), DomeSpace Diester Corp Inc. (США), тощо. Сучасний дизайн таких споруд радше нагадує космічні кораблі, аніж будівельні об'єкти (рис. 1).

Рис 1. Стандартна еліптична каркасна оболонка над приватним басейном з монолітного полікарбонату [4].

Стандартні каркасні куполи цих виробників складаються металевого каркасу, що спирається на опорне кільце. До каркасу точковим способом приєднані полікарбонатні гнуті листові елементи, що формують бічні стінки. В зоні проходу улаштовується стаціонарна чи рухома дверна рама. Для аерації внутрішнього простору часто в оболонці передбачають додаткові технологічні прорізи.

Пропонується безкаркасна конструктивна форма, яка є більш дешевою, але, не менш надійною альтернативою. Тут каркас відсутній, тонкостінна оболонка з полікарбонату в основі спирається лише на опорне кільце, яке пропонується виконувати з нержавіючої сталі трубчастого профілю. Основна функція опорного кільця – передача навантажень від конструкцій сферичної тонкостінної оболонки на ґрунт. Крім того, кільце виконує функції тримача анкерних елементів, елементів дверної рами з нержавіючої сталі та технологічну функцію основи збирання сферичної оболонки (рис. 2).

Рис 2. Варіант малої архітектурної форма виставкового павільйону у вигляді безкаркасного напівсферичного куполу.

Найскладнішим елементом пропонованого безкаркасного куполу є сама напівсферична оболонка. З геометричних міркувань відомо, що сфера не розгортається у площинні елементи, а може бути лише апроксимована різним способом пласкими фігурами, що утворюють, в кінцевому випадку не ідеальний багатогранник. Однак, враховуючи пружні властивості тонкостінного полікарбонату, здатного деформувати з площини за схемою, схожою на ту, як деформує гума у футбольному м'ячі, можна апроксимувати конструктив оболонки п'ятикутними та шестикутними елементами, що певним способом з'єднуються подібно до луски обладунків середньовічного лицаря. На сьогодні виробники полікарбонатних безкаркасних куполів пропонують, в основному, точковий спосіб з'єднання спеціальними монтажними високоміцними метизами з нержавіючої сталі.

Наукові дослідження, присвячені раціональним конструкціям безкаркасних полікарбонатних куполів на сьогодні не системні та фрагментарні. На сьогодні не має відомостей, щодо доцільності та можливості використання полікарбонату, як конструкційного несучого чи самонесучого матеріалу, раціональні межі його використання. Не достатньо висвітленими, також, є питання розрахунків конструкцій безкаркасних оболонок з полікарбонату та оптимізації їх конструктивних параметрів.

Висновки

Ця вступна наукова робота розпочинає серію наукових досліджень присвячених раціональному проектуванню безкаркасних куполів з монолітного полікарбонату. Окреслено стан питання з проектування полікарбонатних куполів. Доведено, що за напрямком раціонального проектування оболонок з полікарбонату доцільні та потрібні ґрунтовні наукові дослідження. Базуючись на міцнісних властивостях полікарбонату обґрунтована теоретична можливість та доцільність зведення безкаркасних сферичних оболонок, як дешевшої альтернативи стандартним каркасним спорудам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гомон С.С. Г64 Конструкції із дерева та пластмас. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2016. – 219 с.
2. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [Чинний від 2018-01-01].– К.: Мінрегіон України, 2017. – 43 с. – (Національні стандарти України).
3. ДСТУ EN 16153:2019. Листи світлопроникні пласкі багатошарові з полікарбонату (PC) для внутрішнього та зовнішнього застосування для покрівель, стін і стель. Вимоги та методи випробування / Light transmitting flat multiwall polycarbonate (PC) sheets for internal and external use in roofs, walls and ceilings — Requirements and test methods. Прийнято як національний стандарт методом підтвердження за позначенням: [Чинний від 2020-01-01] – 69 с.
4. Павільйони для басейнів Prestige. Режим доступу: https://em.com.ua/ua/index.html

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури. Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Ван Вей — бакалавр, Цзюцюаньський професійно-технічний коледж, м. Цзюцюань, провінція Ганьсу, КНР, email: 122743273@qq.com.