

Геннадій ТОНКАЧЕЇВ,
д-р техн. наук, професор
ORCID: 0000-0002-6589-8822

Дмитро ТУРКОВСЬКИЙ,
студент 2 курсу магістратури, ПЩБ
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ПОЛЕГШЕНИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ

Стаття присвячена аналізу технології BubbleDeck як інноваційного рішення для полегшених перекриттів при зведенні каркасних багатопверхових будівель та обґрунтуванню доцільності її застосування у порівнянні з монолітним варіантом системи Сobiaх. Використання пустоутворювачів дозволяє знизити власну вагу плит на 20–40% та зменшити витрати бетону до 40% без втрати несучої здатності. Проте економічна доцільність конкретної системи визначається не лише конструктивними параметрами, а й наявністю спеціалізованих заводів ЗБВ у регіоні будівництва. Розглянуто європейський досвід застосування полегшених перекриттів, а саме компанію Сobiaх як лідера монолітного сегменту та датську компанію BubbleDeck як першу що запропонувала збірно-монолітні двонапрямні плити з інтегрованими пустоутворювачами.

Розглянуто конструктивні особливості системи BubbleDeck. Плита має двошарову будову зі збірним нижнім шаром 60 мм із заводськими сферичними пустоутворювачами та монолітним верхнім шаром з легкого високоміцного бетону LC40. Система розрахована на прольоти 7,2–8,4 м, товщина перекриття від 230 до 600 мм. Як представника монолітного сегменту розглянуто систему Сobiaх з еліпсоїдними вставками для прольотів 6,0–8,4 м.

Проаналізовано відмінності систем за параметрами опалубки, армування та трудомісткості монтажу. Заводська готовність плит BubbleDeck виключає потребу у суцільній фанерній палубі – достатньо лінійних опор. Контроль армування та кроку куль у заводських умовах мінімізує ризик спливання пустоутворювачів під час бетонування, що для монолітних варіантів залишається актуальною проблемою. Нижня поверхня плити виходить гладкою без потреби у штукатурці. Монтаж однієї панелі площею до 20–30 м² виконується швидше ніж збирання та розбирання опалубки за монолітними варіантами, що дозволяє підтримувати темп зведення один поверх на тиждень. Висока заводська готовність водночас породжує нові витрати на транспортування великозabarитних елементів, стропування, кранове підіймання та точне позиціонування панелей на об'єкті. Транспортна складова на 1 м² зростає пропорційно відстані та на відстані понад 150 км порівнюється з економією на опалубних роботах.

Ключові слова: монолітне будівництво, полегшені перекриття, технологія бетонування, армування, ефективність.



Вступ. Монолітні технології є перспективними завдяки оптимальній вартості, надійності та помірній трудомісткості. Конкурентною альтернативою їм виступає збірно-монолітне будівництво, де заводські елементи з незавершеним періодом виконують роль незнімної опалубки. Такі конструкції здатні сприймати до 50% експлуатаційного навантаження вже на етапі зведення, що суттєво знижує витрати на опалубні роботи та пришвидшує монтаж.

Великі обсяги бетону в перекриттях стимулюють розробку методів полегшення монолітних конструкцій. Використання порожнистих вставок дозволяє знизити власну вагу плит на 20–40%, що забезпечує економію бетону (до 40%) та зменшує навантаження на фундаменти. Це дає змогу збільшувати прольоти між колонами до 7,2–8,4 м без втрати несучої здатності.

Аналіз досліджень і публікацій.

Аналіз європейського досвіду [1-3] виділяє компанію Cobiax (Швейцарія/Німеччина) як лідера в розробці порожнистих вставок із переробленого пластику [4].

Німецька компанія Unidome [5] пропонує аналогічні вставки з вторинного пластику, проте з власними запатентованими методами фіксації, що безпосередньо впливають на зниження трудомісткості та тривалості робіт.

Італійський сегмент ринку представлений фірмами Geoplast [6] та Daliform Group (система U-Boot Beton) [7]. Вони використовують вставки у формі ковпаків та кубів, що дозволяють створювати ефективні кесони в тілі плити.

Серед піонерів галузі виділяється датська фірма BubbleDeck [8, 9], чия технологія базується на двонапрямних плитах. Їхня збірно-монолітна версія включає заводську плиту завтовшки 60 мм із попередньо інтегрованими в армокаркас порожнистими кулями.

Постановка проблеми. Впровадження технологій полегшення монолітних плит супроводжується зростанням питомої трудомісткості. Це зумовлено появою додаткових технологічних операцій: розкладки, точного позиціонування та надійної фіксації вставок (для запобігання їх спливанню під час бетонування). Технологія BubbleDeck [10] мінімізує операції на об'єкті завдяки високій заводській готовності плит. Проте це спричиняє появу нових трудомістких процесів: складного завантаження, стропування, кранового підйому та точного позиціонування важких збірних елементів. Це створює проблему обґрунтування доцільності методу, оскільки логістичні та монтажні витрати можуть нівелювати переваги від скорочення монолітних робіт.

Метою статті є обґрунтування доцільності використання методу BubbleDeck при зведенні монолітних каркасних багатоповерхових будівель у порівнянні з іншими технологіями влаштування полегшених перекриттів.

Основна частина.

Технології Cobiax, Unidome та U-Boot Beton мають схожий алгоритм монтажу та кріплення. Тому для порівняння цих систем із BubbleDeck достатньо розглянути Cobiax як типового представника сегмента монолітного варіанту. Обидві системи, BubbleDeck та Cobiax, базуються на витісненні «зайвого» бетону з нейтральної зони плити, де він фактично не працює на вигин, але додає конструкції значної ваги.

За конструктивними особливостями BubbleDeck – збірно-монолітний варіант зі сферичною формою вставок (вставка-кулька). Товщина перекриття зазвичай від 230 мм до 600 мм. Система розрахована на прольоти 7,2 – 8,4 м.

Собіах проблема спливання залишається. Можна закріпити каркаси зі вставками до опалубки, але ж це призводить до збільшення трудомісткості процесу.

Система BubbleDeck дуже жорстко прив'язана до логістики. Якщо об'єкт далеко від виробництва – логістика нівелює всю економію бетону. За Собіах: пустотоутворювачі вкладаються один в одного (штабелюються). В одну фуру можна завантажити модулі для тисяч квадратних метрів перекриття, а арматуру та бетон купувати локально.

Якщо об'єкт знаходиться в радіусі 100-150 км від заводу, і ви прагнете максимально скоротити терміни будівництва (зведення каркасу прискорюється вдвічі). Обирайте Собіах, якщо ви будете в регіоні без спеціалізованих заводів ЗБВ, або якщо архітектура вимагає максимально тонких міжповерхових перекриттів.

Висновки. У результаті проведеного аналізу технологій влаштування полегшених перекриттів обґрунтовано доцільність застосування збірно-монолітної системи BubbleDeck при зведенні каркасних багатоповерхових будівель та визначено умови її ефективного використання.

Технологія BubbleDeck є комплексним інженерним рішенням, що одночасно відповідає на виклики ресурсозбереження, швидкості будівництва та екологічності. Скорочення споживання бетону на 35% при збереженні всіх конструктивних характеристик монолітних перекриттів відкриває шлях до масштабної оптимізації будівельної галузі.

Заводська готовність плит BubbleDeck переносить основний обсяг робіт з майданчика на виробництво, скорочуючи польові операції. Нижня поверхня плити виходить гладкою без потреби у штукатурці, що додатково скорочує витрати на оздоблення. Водночас транспортна складова зростає пропорційно відстані до заводу-виробника та на відстані понад 150 км порівнюється з економією на опалубних роботах, тому логістичні умови об'єкта є рівнозначним чинником при виборі технології поряд з конструктивними параметрами.

Розгортання виробництва модулів BubbleDeck на базі існуючих заводів ЗБВ не потребує значних капітальних інвестицій, що робить технологію доступною для широкого впровадження. Нерівномірність розміщення заводів ЗБВ по регіонах України є основним стримуючим фактором, подолання якого відкриває реальні перспективи для масштабного використання системи. Широке впровадження технології потребує також адаптації нормативної бази, оскільки відсутність відповідних норм є одним з ключових стримуючих факторів поряд з логістичною інфраструктурою.

Список літератури:

1. Таран В.В. Формування і вибір конструктивно-технологічних рішень з улаштування монолітних полегшених перекриттів в каркасних будівлях: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08. Одес. держ. акад. буд-ва та архіт. О., 2012. 19 с.
2. Помазан М.Д. Удосконалення технології улаштування полегшених залізобетонних перекриттів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08. Харк. нац. ун-т буд-ва та архіт. Х., 2013. 22 с.
3. Bindea M., Chezan C.M., Puskás A. Numerical Analysis Of Flat Slabs With Spherical Voids Subjected To Shear Force. *Journal of Applied Engineering Sciences*. 2015. Vol. 5, No. 1. P. 7-13. <https://doi.org/10.1515/JAES-2015-0001>

4. Voided can do more. URL: <https://www.cobix.com/intl/en/technology/> (дата звернення 12.01.2026).
5. Unidome technology. URL: <https://www.unidome.de/en-us/technologie> (дата звернення 12.01.2026).
6. Geoplast Catalogue 2022. URL: <https://www.geoplastglobal.com/wp-content/uploads/2021/11/Geoplast-Catalogue-2022-English.pdf> (дата звернення 12.01.2026).
7. General catalogue URL: <https://www.daliform.com/doc/Catalogo-Generale-en.pdf> (дата звернення 12.01.2026).
8. Ibrahim A.M., Ali N.K., Salman W.D. Flexural capacities of reinforced concrete two-way bubbledeck slabs of plastic spherical voids. *Diyala Journal of Engineering Sciences*. 2013. Vol. 6, No. 2. P. 9-20. <https://doi.org/10.24237/djes.2013.06202>
9. Kumar S., Priyadarshi S., Sarkar A. Innovative solutions sustainable construction: A comprehensive study on environmental challenges, structural optimization, and performance evaluation of bubble deck slabs in concrete construction. *Recent Advancements in Computational Intelligence and Design Engineering*. CRC Press, 2025. 546 p. <https://doi.org/10.1201/9781003596745>.
10. Aziz Z.A., Chan L.H. Bubble Deck Slab System: A Review on the Design and Performance. *International Journal for Innovation Education and Research*, 2021, 9(9), 575-588. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol9.iss9.3397>
11. Special Slab Cobiax. URL: <https://www.mmiaslas.hu/index.php/en/products/special-slab>. (дата звернення: 12.01.2026).

Hennadii TONKACHEIEV, Dmytro TURKOVSKIY

Analysis of the efficiency of semi-precast lightweight composite floor slab installation technology

The article is devoted to the analysis of the BubbleDeck technology as an innovative solution for lightweight floor slabs in the construction of multi-story frame buildings, as well as the justification of its applicability in comparison with the monolithic Cobiax system. The use of void-formers allows reducing the dead weight of slabs by 20–40% and cutting concrete consumption by up to 40% without compromising load-bearing capacity. However, the economic feasibility of a particular system is determined not only by structural parameters but also by the presence of specialized precast concrete plants in the construction region. The European experience in the application of lightweight floor slabs is examined, specifically the Cobiax company as a leader in the monolithic segment, and the Danish company BubbleDeck as the pioneer in offering precast-monolithic bidirectional slabs with integrated void-formers.

The structural features of the BubbleDeck system are analyzed. The slab has a two-layer structure consisting of a 60 mm precast bottom layer with factory-installed spherical void-formers and a monolithic top layer made of high-strength lightweight concrete (LC40). The system is designed for spans of 7.2–8.4 m, with slab thicknesses ranging from 230 to 600 mm. As a representative of the monolithic segment, the Cobiax system with ellipsoid inserts for spans of 6.0–8.4 m is considered.

Differences between the systems in terms of formwork, reinforcement, and labor intensity of installation are analyzed. The factory readiness of BubbleDeck slabs eliminates the need for solid plywood formwork – linear supports are sufficient. Factory-controlled reinforcement and ball spacing minimize the risk of void-former buoyancy

during concreting, which remains a relevant problem for monolithic options. The bottom surface of the slab turns out to be smooth, requiring no plastering. The installation of a single panel with an area of up to 20–30 m² is faster than the assembly and disassembly of formwork for monolithic options, allowing for a construction pace of one floor per week. At the same time, high factory readiness generates new costs associated with the transportation of large-sized elements, rigging, crane lifting, and precise positioning of panels at the site. The transport component per 1 m² increases in proportion to the distance, and at a distance of over 150 km, it becomes comparable to the savings achieved on formwork operations.

Keywords: monolithic construction, lightweight floor slabs, concreting technology, reinforcement, efficiency.

Дата надходження статті: 19.01.2026

Дата прийняття статті: 23.02.2026