

М. О. Постолатій
В. В. Слівінський
М. Я. Жиловський
В. В. Швець

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПІНОПОЛІСТИРОЛБЕТОНУ У БУДІВНИЦТВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розкрито питання використання легкого бетону з добавками органічного легкого заповнювача на основі ППС як нового матеріалу з високими теплоізоляційними властивостями у сфері будівництва. Виявлено значні переваги над традиційними матеріалами (низька проникність для хлоридів, гідрофобність, технологічність та продуктивність), а також досліджено вагомні недоліки та їх наслідки під час процесу монтажу та установки блоків з ППС заповнювачем.

Ключові слова: енергетична ефективність, теплоізоляція, легкі бетони, пінополістерол (ППС), проникність, гідрофобність, усадка, міцність, вологість, морозстійкість.

Abstract

The issue of using lightweight concrete with additives of organic lightweight aggregate based on PPS as a new material with high thermal insulation properties in the field of construction is revealed. Significant advantages over traditional materials (low permeability to chlorides, hydrophobicity, manufacturability and performance) were revealed, and significant disadvantages and their consequences during the process of assembly and installation of blocks with PPS filler were investigated.

Keywords: energy efficiency, thermal insulation, lightweight concrete, expanded polystyrene (ППС), permeability, hydrophobicity, shrinkage, strength, moisture, frost resistance.

Вступ

Дефіцит землі та надмірна експлуатація природних джерел енергії стають все більш критичними зі зростанням населення. Масовий попит в енергетичному секторі найближчим часом приведе світ до кризи. В останні роки будівлі є лідерами серед споживачів енергії, їх енергетична ефективність стає все більш важливою через екологічні обмеження та зростання вартості палива та енергії. Для того, щоб зменшити витрату енергії, було використано деякі традиційні методи, такі як: будівництво суцільної цегляної стіни та встановлення додаткових шарів теплоізоляція (шар пінопласту, ізоляційна фарба або використання пустотілої цегли тощо). Проте такі рішення збільшують трудомісткість, терміни будівництва, витрати і інше.

Одним з сучасних рішень утеплення, на заміну цегляним блокам, є використання нового матеріалу – легких бетонів, а саме легких бетонних блоків (ЛББ), які мають високий коефіцієнт термічного опору і витримують розрахункові навантаження. ЛББ успішно застосовуються в будівництві, завдяки своїй низькій щільності. Для виробництва легкого бетону можна використовувати кілька видів неорганічних легких заповнювачів, таких як керамзит, агрополіт, або органічні легкі заповнювачі, як кульки з пінополістиролу (ППС) на рис.1. ППС, також відомий як спінений полістирол, є типом стабільної полімерної піни з полістиролу з наднизькою щільністю, що складається з дискретних повітряних пустот у полімерній матриці [1].



Рис.1 Кульки з пінополістиролу

Основна частина

Останнім часом у багатьох технічних публікаціях йдеться про введення гранул ППС у матеріали на основі цементу. У цих технічних публікаціях наголошувалося на використанні гранул ППС як часткової або повної заміни грубих і дрібних заповнювачів звичайної маси. Взагалі дослідження бетону, що містить гранули ППС, було вперше розпочато в 1972 році, коли Кук (1972) повідомив про використання *гранул ППС як заповнювачів бетону для легких та утеплюючих конструкцій*. На даний момент полістирольні кульки є відходами [2]. Ці відходи можна збирати та використовувати для виробництва бетонних панелей на основі полістиролу - це ефективний спосіб утилізації ППС, що не піддається біологічному розкладу, уникаючи відкритого звалища.

Легкий бетон з пінополістиролом – пінополістиролбетон (ППСБ) використовується вже кілька десятиліть. ППС призначений для зменшення конструкційної ваги матеріалу для збірних конструкцій з покращеною тепло-/звукоізоляцією. В першу чергу ППС заміняв крупний, а в подальшому і дрібний заповнювач. Результати досліджень продуктивності, роботи, механічних властивостей та довгострокової продуктивності були глибоко проаналізовані та описані в багатьох публікаціях. Крім того, обговорювалися питання використання ППСБ як матеріалу з високими показниками вологоізоляції, теплоізоляції та звукоізоляції.

Багато дослідників повідомляють про переваги ППСБ над традиційними матеріалами. Легка вага, низька проникність для хлоридів, невбираюча й гідрофобна природа мають відносне значення серед таких характеристик. Хоча гранули ППС мають сферичну форму та закриту комірчасту структуру з приблизно 98% повітря і мають гідрофобну природу, їх можна легко додавати з цементною пастою в розчин або бетонні суміші для отримання конструкційного легкого цементу[3]. Але існує ряд недоліків, що значно сповільнюють популяризацію та активне поширення ППСБ в будівельній індустрії. Більшість мінусів даного матеріалу в значній мірі пов'язані з цементно-піщаною складовою блоків. До основних **недоліків** можна віднести:

- недостатня міцність монтажу кріпильних елементів, що провокує потребу використання бетонного розчину марок не нижче M150;
- показники низької густини, що спричиняє труднощі установки вікон та дверей;
- низький поріг зчеплення з штукатуркою, який змушує оштукатурення поверхонь виконувати товщиною 1,5/2 см;
- високі показники усадки (в 3 рази перевищує показники газобетонних і пінобетонних конструкцій);
- відсутня стійкість до перепадів температури;
- полістирольна складова відноситься до групи Г1 по горючості, що вказує на те, що він не є горючим і має низьку вогнестійкість, тобто при впливі високих температур гранули руйнуються і втрачають свої теплоізоляційні властивості;
- реальна кількість допустимих заморожень 20, що в 5 раз менша за вказану виробниками;
- низька паропроникність, що являється каталізатором для створення певного мікроклімату та високого показника вологості.

В результаті аналізу матеріальної бази щодо можливості популяризації пінополістиролбетону, було виокремлено ключові переваги та певні недоліки даного матеріалу. При більш детальному дослідженні і виявленні шляхів усунення проблеми паропроникності, зменшення показників усадки та збільшення показника густини можна передбачити високий попит та економічну доцільність ППСБ.

Висновки

1. Переваги даного матеріалу вказують на перспективність його використання в будівельній галузі.
2. Наведено основні недоліки пінополістиролбетону, які потребують вирішення. Усунення виявлених недоліків ППСБ дозволить актуалізувати та збільшити конкурентоспроможність даного матеріалу на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Lapyote Prasittisopin, Pipat Termkhajornkit, Young Hoon Kim, Review of concrete with expanded polystyrene (EPS): Performance and environmental aspects, Journal of Cleaner Production, Volume 366, 2022, 132919, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132919>.
2. Excellence in Concrete Construction through Innovation – Limbachiya & Kew (eds) © 2009 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-47592-1
3. D.P.P. Meddage, Aaron Chadee, M.T.R. Jayasinghe, Upaka Rathnayake, Exploring the applicability of expanded polystyrene (EPS) based concrete panels as roof slab insulation in the tropics, Case Studies in Construction Materials, Volume 17, 2022, e01361, ISSN 2214-5095, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01361>.

Постолатій Маріанна Олександрівна— студентка групи Б-21м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: postolatiu@gmail.com
Слівінський Владислав Васильович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: slivinskiyvlad@gmail.com
Жиловський Максим Ярославович — студент групи Б-22м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Швець Віталій Вікторович** – к.т.н., завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. E-mail: vitalshv@i.ua.

Postolatii Marianna - student of B-21m group, faculty of building civil and environmental engineering , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya E-mail: postolatiu@gmail.com.

Vladyslav Slivinskyi – post graduate student of the department of construction, urban and architecture of Vinnytsia national technical university. E-mail: slivinskiyvlad@gmail.com

Zhylovskyi Maksym — student of B-22m group, faculty of building civil and environmental engineering , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya.

Supervisor: **Vitaliy Shvets** – Ph.D., Associate Professor of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University. E-mail: vitalshv@i.ua.