

ОСОБЛИВОСТІ ПІНОПОЛІСТИРОЛБЕТОНУ ТА ЙОГО ПЕРЕВАГИ НАД ТРАДИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розкрито питання застосування легкого заповнювача ППС як енерго- та ресурсозберігаючого нового матеріалу. Виокремлено основні переваги та властивості ППСБ.

Ключові слова: пінополістиролбетонні блоки, ППС, цегляна кладка, теплопровідність, енергоефективність, економічна доцільність, теплотехнічний потенціал, багатокритеріальна оцінка.

Abstract

The issue of using lightweight EPS aggregate as a new energy- and resource-saving material is revealed. The main advantages and properties of EPSB are highlighted.

Keywords: expanded polystyrene concrete blocks, EPS, brickwork, thermal conductivity, energy efficiency, economic feasibility, heat engineering potential, multicriteria evaluation.

Вступ

З кожним днем все більше зростає міжнародне занепокоєння на рахунок енерго- та ресурсозбереження. Енергія, необхідна в будівлях здебільшого спрямована на забезпечення теплового комфорту. Щоб зменшити енергоспоживання у багатоповерхівках, необхідно дослідити теплові характеристики, їх особливості та розробити заходи для забезпечення ефективного використання отриманих знань.

Для забезпечення комфортного проживання в будівлях, температура всередині будівлі має становити в середньому 20÷25 °С, тому конструктивні рішення повинні забезпечувати низькі показники теплопровідності. Для підвищення теплоізоляції стін запропоновано багато рішень. Одним із таких сучасних рішень утеплення є використання блоків з нового матеріалу, який має низьку теплопровідність і здатний витримувати навантаження, що діють на стіни висотних будівель.

Результати дослідження

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, агроперліт або органічні легкі заповнювачі, як кульки з пінополістиролу (ППС) [1].

Наповнювач зі спіненого полістиролу (під торговою назвою Styropor®) для бетону був розроблений Фріцом Стестні (нім. Fritz Stastny), вченим з німецької компанії BASF в 1951 році [2], незабаром після створення пінополістиролу. Компанія BASF провела перші орієнтовні випробування по використанню пінополістиролу як заповнювач для бетону. Спочатку висока вартість даної сировини не дозволила рентабельно використовувати його в якості легкого заповнювача.

На даний момент полістирольні кульки є відходами. Багато промислових продуктів упаковують у полістирол, який поглинає удари та має нижчу теплопровідність. 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 [3].

Легкий бетон з пінополістиролом – пінополістиролбетон (ППСБ) використовується вже кілька де-

сятиліть. Пінополістиролбетон - різновид легкого бетону - являє собою композиційний матеріал, до складу якого входить портландцемент, пористий заповнювач - гранули спіненого полістиролу, вода, а також повітровтягуюча добавка (СДО). 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.

Розробка суміші для бетону з легких заповнювачів, наприклад ППСБ, виконується відповідно до різних міжнародних стандартів. Однак пропорцію суміші та рівень заміни наповнювача можна відкоригувати відповідно до технологічних і механічних властивостей бетону. Завдяки своїм надлегким та гідрофобним властивостям, ППС можуть спливати під час процесу змішування та погано інтегруватися з цементною матрицею. Тому застосовують різноманітні прийоми, такі як додавання сполучних речовин (епоксидної смоли або водоемульгованих епоксидних смол) або різних мінеральних домішок, таких як зола-винесення або мікро кремнезем, які можуть покращити зчеплення сумішей і запобігти сегрегації у свіжому бетоні [4].

За результатами проведених досліджень було помічено, що включення 30% ППС викликає значне зниження показників опускання кульок приблизно на 85%. Таким чином, вищий вміст ППС у бетоні зменшить легкоукладальність бетону. Також, подібна тенденція була зафіксована при дослідженні міцності на стиск, де було отримано зниження на 66% для 28-денного при заміні 30% ППС. Можна зробити висновок, що міцність ППСБ на стиск визначається за рахунок обсягів ППС в бетонній суміші – чим вище дозування ППС, тим нижча міцність бетону на стиск можна очікувати.

До основних переваг пінополістиролбетону відносять:

- Високі теплоізоляційні та звукоізоляційні властивості, що дозволяють уникати додаткового утеплення;
- Досить низьке навантаження, тобто менша, в порівнянні з бетоном маса, що знижує витрати на обробку, кладку та транспортування, а також дозволяє зменшити витрати на зведення фундаменту;
- Екологічна чистота, низька паропроникність та водопоглинання;
- Економічна вигідність та швидкий ріст популярності.

Переважно виготовляють полістирол бетонні блоки щільністю від 200 до 600 кг / м³:

- D 200-300 - застосовується як утеплювач;
- D 300-350 - застосовується в якості несучих стін;
- D 400-600 - зовнішні несучі стіни малоповерхових будівель [8];
- D 450-600 - застосовується в якості несучих, огорожувальних конструкцій в малоповерховому будівництві.

Основні властивості бетону ППС описані та підсумовані в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 Основні властивості ППСБ блоків

Характеристика	Од.ви м.	Вид пінополістиролбетону			
		200	250	300	350
Дозування цементу	кг/м ³	200	250	300	350
Фактична об'ємна вага після затвердіння	кг/м ³	240-260	290-330	380-420	460-490
Теплопровідність	W/mk	0,056	0,066	0,076	0,086
Звукоізоляція	дБ	27	25	23	21
Опір на стискання	кг/см ²	3,5-6,4	6,4-15,2	15,2-21,3	21,3
Група горючості		Г1			
Горючість		Не горить			
Паропроникність		10,11	11,5	12	21,04

Висновки

1. На даний момент полістирольні кульки є відходами. Багато промислових продуктів упаковують у полістирол, який поглинає удари та має низьку теплопровідність. Ці відходи можна збирати та використовувати для виробництва бетонних панелей на основі полістиролу - це ефективний спосіб утилізації ППС.

2. Пінополістиролбетон - різновид легкого бетону - являє собою композиційний матеріал, до складу якого входить портландцемент, пористий заповнювач - гранули спіненого полістиролу, вода, а також повітрявтягуюча добавка.

3. Основні переваги ППСБ блоків над традиційними матеріалами: легка вага, низька проникність для хлоридів, невбираюча й гідрофобна природа; високі теплоізоляційні та звукоізоляційні властивості; досить низьке навантаження; екологічна чистота, низька паропроникність та водопоглинання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лам Т.В., Ву Д., Зиен В., Булгаков Б.И., Король Е.А. Свойства и теплоизоляционные эффективности легких бетонов // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 8(84). С. 173–191.

2. Styropor: a BASF invention [Електронний ресурс] // Інформаційний ресурс «plasticsportal.net» Режим доступу https://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/common/content/literature/plastics/0208/plastics_styropor_a_basf_invention

3. DPP Meddage та MTR Jayasinghe, «Використання легких бетонних панелей на основі EPS як ізоляційного матеріалу даху для системи плит NERD», в ICSBE 2020, Сінгапур, 2022, стор. 375–384. doi: 10.1007/978-981-16-4412-2_28.

4. Khatib, Jamal & Negim, El-Sayed. (2013). Lightweight Concrete Made from Waste Polystyrene and Fly Ash. World Applied Sciences Journal. 21. 1356-1360. 10.5829/idosi.wasj.2013.21.9.20213.

5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний від 01.09.2022]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК)

Постолатій Маріанна Олександрівна – магістр, 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

Шияновська Діана Вадимівна – студентка групи БМ-22мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: shyianovska.dv@gmail.com\

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

Shyianovska Diana - student of BM-22mz group, faculty of building civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya E-mail: shyianovska.dv@gmail.com.

Postolati Marianna - master, 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

Supervisor: **Vitaliy Shvets** – PhD. head of the department construction, urban management and architecture, Vinnytsia national technical university. E-mail: v.shvets@vntu.edu.ua