

УДК 699.86

*Керш В.Я., канд. техн. наук, професор,
Холдаєва М.І., канд. техн. наук, доцент,
Фоц А.В., асистент,
Щербина О.С., Міхалевська Т.Р., Лебедєва А.В.
кафедра «Міського будівництва та господарства»,
Одеська державна академія будівництва та
архітектури, м. Одеса*

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Енерго- і ресурсозбереження є головним напрямом сучасної технічної політики в області будівництва. В Україні за один опалювальний період на 1 млн. м² житлової площі витрачається 55 тисяч тон природного палива, що в два рази більше, ніж у Європі. Це пов'язано, в першу чергу, з тим, що втрати тепла в навколишнє середовище в різних будівлях, спричинені низькими теплозахисними властивостями огороджувальних конструкцій складають 20-60 %.

У комплексі заходів щодо енергозбереження зростають вимоги до теплозахисту огороджувальних конструкцій і підвищення комфортності будівлі.

Від теплофізичних властивостей огороджувальних конструкцій залежить кількість теплоти, що витрачається будинком у холодну пору року і входить до нього в теплу. Це, в свою чергу, визначає навантаження на системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря і їхню вартість [1].

Вибір огороджувальних конструкцій з оптимальними теплофізичними характеристиками дозволяє виключити утворення конденсату на внутрішній стороні і в товщі стіни, а також створити сприятливий мікроклімат в приміщенні.

Нормативне підвищення рівня теплозахисних властивостей зовнішніх стін в три рази та більше привело до зведення багатошарових стін з внутрішнім чи зовнішнім розміщенням низькотеплопровідних утеплювачів з полістирольних чи мінераловатних плит типу «сандвіч». В той час як конструкція стін, з врахуванням природної зміни властивостей утеплювача в період експлуатації та багатьох кріплень, які знижують конструктивну та теплотехнічну однорідність стін до 0,6-0,7 («містки холоду»), потенційно не може бути і не являється довговічною.

У зв'язку з цим постало питання розробки та використання ефективних енергозберігаючих будівельних матеріалів і виробів на їхній основі, що дозволяють значно скоротити витрати тепла, а також знизити ресурсо- і трудомісткість будівництва, а отже і вартість будівель та споруд.

В результаті досліджень, виконаних в Одеській державній академії будівництва та архітектури (ОДАБА), розроблені композиційні матеріали на основі цементного та гіпсового в'язучого на легких заповнювачах: полістиролбетон - для зовнішніх огороджувальних конструкцій та полістиролгіпсобетон - для внутрішніх стін.

До переваг бетонів з полістирольним заповнювачем, порівняно з іншими конструкційно-теплоізоляційними матеріалами, можна віднести добрі міцнісні характеристики при низькій щільності, знижену теплопровідність та сорбційну вологість, покращені показники водонепроникності, морозостійкості, хімічної і біологічної стійкості. Полістиролбетон пожежнобезпечний та нетоксичний матеріал. У порівнянні з ніздрюватими бетонами, полістиролбетон менш чутливий до коливань рецептури і технології.

Роботи виконані в ОДАБА на кафедрі міського будівництва та господарства згідно з напрямами реалізації «Програми науково-технічного розвитку Одеської області на період до 2012 р.» в рамках науково-технічного проекту «Ресурсозберігаючі технології та ефективні будівельні матеріали і виробы».

Дослідно-промислова перевірка результатів реалізована на 3 об'єктах Одеської області.

ПОЛІСТИРОЛБЕТОН (для зовнішніх стін)

Полістиролбетон є легким бетоном, що складається з цементу, піску, спіненого полістиролу та води [2]. Полістиролбетон (ПСБ) має ряд позитивних якостей:

- 1) довговічність (на відміну від полімерних матеріалів, які значно швидше старіють і руйнуються);
- 2) низька щільність (D200-D800);
- 3) задовільна міцність (до 2,8 МПа при стиску);
- 4) низька теплопровідність ($\lambda = 0,09-0,18$ Вт/(м²С));
- 5) вогнестійкість;
- 6) екологічна безпека.

Основним недоліком полістиролбетону є розшарування суміші, яке зумовлене низькою адгезією цементу до пінополістиролу. Ця технологічна проблема зазвичай вирішується введенням до складу суміші кремнеземного наповнювача [3]. Підвищення щільності матеріалу, при цьому, супроводжується погіршенням теплозахисних властивостей.

Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є повна або часткова заміна кварцового наповнювача зольними порожнистими мікросферами та введенням хімічних добавок, у тому числі пластифікуючих (що підвищують зчеплення полістирольної гранули з цементним каменем), і повітровтягувальних (що перешкоджають розшаруванню суміші). Цей підхід реалізовано в даній роботі.

В результаті роботи:

- запропоновано склад конструкційно-теплоізоляційного полістиролбетону середньою щільністю 500-550 кг/м³ з покращеними механічними і теплозахисними властивостями (Патент 39515, Україна, МПК 2009, С 04 В 14/02 «Суміш для приготування полістиролбетону»);
- розроблено технологічний регламент виробництва полістирол-бетонної суміші та дрібноштучних стінових блоків з полістиролбетону;
- на основі запропонованого складу полістиролбетону виконано зведення стін двоповерхових будівель загальною площею 450 м²;

Порівняльні характеристики полістиролбетону та інших легких бетонів показано в таблиці 1.

Розраховано опір теплопередачі огорожувальної конструкції з полістиролбетону при товщині стіни 0,3 м, якій дорівнює $R = 2,375$ м²·К/Вт при нормативному значенні для III-ої температурної зони, до якої відноситься Одеська обл., $R_{q \min} = 2,2$ м²·К/Вт, тобто перевищує нормативне значення.

Огорожувальні конструкції будівель, виконані з полістиролбетону щільністю D550, відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» за теплотехнічними показниками.

Таблиця 1 - Порівняльні характеристики полістиролбетону та інших легких бетонів

Матеріал	Щільність, кг/м ³	Міцність при стиску, МПа	Теплопровідність при експлуата- ційній вологості (В/(м·К))	Сорб- ційна воло- гість, %	Усадка, м/м	Морозо- стійкість, F, цикли
Керамзитобетон	800	2,5	0,38	18	0,8	50
Газосилікат	600	2,5	0,18	12	0,7	15-75
Пінобетон	600	2,5	0,17	14	3	15-35
Полістиролбетон	550	2,9	0,12	4	0,8	100

Заміна газосилікату D600 полістиролбетоном D550 дозволяє знизити товщину стіни в 1,35 рази або при збереженні її товщини підвищити термічний опір 1,5 рази. В результаті досягається економія матеріальних і трудових витрат і зменшується витрата палива на опалення будівлі.

Для визначення економічної ефективності запропонованого матеріалу виконано порівняння варіантів (табл. 2) виготовлення захисної конструкції з різних матеріалів. Вартість 1 м² з урахуванням

зменшення щільності ПСБ, товщини стіни, витрат сировини, трудових та енергетичних витрат у результаті може бути знижена на 35%.

Таблиця 2 - Порівняльна вартість 1 м. кв. стіни

№ п/п	Матеріал	Ціна за 1м.кв (грн.)
1	Цегляна стіна 51 см (у дві цеглини)	432,5
2	Стіна за технологією "термобудинок"	375,7
3	Стіна з керамзитобетонних блоків	426,3
4	Стіна з газобетонних блоків 40 см	406,3
5	Стіна з полістиролбетонних блоків 30 см	321,8

ПОЛІСТИРОЛГІПСОБЕТОН (для внутрішніх стін)

Вироби на основі гіпсових в'язучих відрізняються від інших стінових матеріалів невеликою масою, досить високою міцністю, зниженими тепло- і звукопровідністю, високою вогнестійкістю та екологічністю. Крім того, гіпсові матеріали сприяють підтриманню комфортного мікроклімату в приміщеннях за рахунок добрих показників паро- та повітропроникності, здатності поглинати надлишкову вологу з повітря та віддавати її при зниженні вологості.

Гіпсобетон застосовують для виготовлення різноманітних будівельних виробів: суцільних та порожнистих плит, пазогребневих та теплоізоляційних плит, панелей для перегородок та перекриттів. Щільність гіпсобетонів в залежності від виду заповнювача та водогіпсового відношення змінюється від 1000 кг/м³ до 1900 кг/м³. Пониження щільності матеріалу сприяє покращенню його теплозахисних властивостей, одночасно полегшує конструкції, знижує навантаження на фундаменти, тим самим економить матеріали та зменшує вартість будівництва.

В роботі запропоновано гіпсобетон зниженої щільності з покращеними фізико-механічними властивостями.

Полістиролгіпсобетон (ПСГБ) - композиційний матеріал на основі гіпсового в'язучого, легких заповнювачів: спіненого полістиролу та перліту і хімічних добавок.

Полістиролгіпсобетон (ПСГБ) має ряд позитивних якостей:

- 1) низьку щільність (550- 900 кг/м³);
- 2) досить високу міцність (до 5 МПа при стиску);
- 4) низьку теплопровідність ($\lambda = 0,13 - 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$);
- 5) вогнестійкість;
- 6) екологічно безпечний.

В результаті роботи:

- розроблено склади полістиролгіпсобетону в діапазоні щільностей від 550 до 950 кг/м³ з покращеними теплофізичними властивостями (Патент на корисну модель №46934. Україна, МПК (2010) УА С 04 14/02. Суміш для приготування легкого бетону);

- розроблено технологічну схему виробництва полістиролгіпсобетонних плит для внутрішніх стін;

- на основі запропонованого складу виготовлено дослідну партію гіпсобетонних плит для зведення внутрішніх стін загальною площею 29 м².

Порівняльні характеристики полістиролгіпсобетону та інших стінових матеріалів показано в таблиці 3.

Таблиця 3 - Порівняльні характеристики полістиролгіпсобетону та інших стінових матеріалів

Властивості	Керамічна цегла	Газобетон	Стіна із КНАУФ-гіпсоплити	Полістирол-гіпсобетон
Щільність ρ , кг/м ³	1650	800	1250	750
Маса 1м ² стіни, кг	192	96	125	75
Міцність на стиск, МПа	7,5-10	3,5	5	3,5
Корф. теплопр. при експлуатаційній вологості, λ , Вт/(м·К)	0,81	0,18	0,47	0,17
Індекс ізоляції повітряного шуму, дБ (при товщині стіни, мм)	6 (120)	37 (120)	41 (100)	39 (100)
Вартість 1м.кв.(грн.)	332,5	118	125	110

В порівнянні з газобетоном, 1 кв. м. стіни, виготовленої з полістиролгіпсобетону, легше на 22% при практично однаковій щільності, міцності і теплопровідності. Крім того, акустичні властивості полістиролгіпсобетону є кращими: при товщині стіни 100 мм індекс ізоляції повітряного шуму складає 39 дБ, а у газобетону - 37 дБ при товщині стіни 120 мм. Також стіна з полістиролгіпсобетону не потребує шпаклювання. Економічний ефект складає 8000 грн. при виготовленні 1000 м² стіни.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Керш В.Я. Энергозберігаючі технології у міському будівництві і господарстві /В.Я.Керш // Навч. пос. – Одеса: Астропринт. – 2007. – 124 с.
2. Холдаева М.И. Применение полистиролбетона как эффективного конструкционно-теплоизоляционного материала /М.И. Холдаева// Научно-технический сборник №97 “Комунальне господарство міст” - Харків: ХНАМГ.-2011. - С.341-344
3. Керш В.Я. Метод оценки теплоизолирующих свойств теплоизоляционных покрытий / В.Я. Керш, М.И. Холдаева, Д.В. Керш // Сб. «Строительные материалы, изделия и санитарная техника» - Київ: ТОВ «Знання» України, вип. №40.– 2011.– С.100-102.
4. Шамис Е.Е. Сферы применения гипсовых материалов и изделий в строительной отрасли /Е.Е. Шамис, М.И. Холдаева// материалы V междунар. конф. «Повышение эффективности производства гипсовых материалов и изделий»: сб. – Казань: Рос. гипс. ас., 2010. – С.211-214.