

УДК 691.327

**ЕФЕКТИВНІ ПІНОПЕРЛІТОБЕТОННІ СТІНОВІ ПАНЕЛІ З
ПОКРАЩЕНИМИ ТЕПЛОФІЗИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ .**

**ЭФФЕКТИВНЫЕ ПЕНОПЕРЛИТОБЕТОННЫЕ СТЕНОВИЕ
ПАНЕЛИ, ИХ ТЕПЛОФЕЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗНИКАМИ.**

**EFFECTIVE FOAM PERLIT CONCERET WALL PANELS,
THERMOPHYSICAL INDEXES of FEATURE AND COMPARING To
OTHER EXISTENT СТІНВИМИ by SYSTEMS .**

**Михайлов О.В., к.т.н., доцент, Петрикова Є.М., аспірант (КНУБіА,
м. Київ)**

**Михайлов А.В., к.т.н., доцент, Петрикова Е.Н., аспирант (КНУБіА,
г. Киев)**

**O. Mikhylov, Ph.D., associate professor, E. Petrikova, PhD student (Kyiv
National University of Construction and Architecture)**

У статті описано дослідження ефективних піноперлітобетонних стінових систем для житлового будівництва по критеріям енергоефективності, комфортності, впливу вологості на теплопровідність матеріалу, проведений аналіз зміни вологості по товщині виробу.

В статье описано исследование эффективных пеноперлитобетонных стеновых систем для жилищного строительства по критериям энергоэффективности, комфортности, влияния влажности на теплопроводимость материала, проведенный анализ изменения влажности по толщине изделия.

In the article research of effective foam perlit conceret of wall systems is described for housing for to the criteria of , comfort, influence of humidity on the heat-conducting of material, conducted analysis of change of humidity on the thickness of good.

Ключові слова:

Ефективний, піноперлітобетон, енергоефективний, теплоізоляція, , стінові системи, довговічність, вологість.

Эффективный, пеноперлитобетон, энергоэффективность, теплоизоляция, стеновые системы, долговечность, влажность.

Effective, foam perlite concrete, energy-effective, heat-insulation, wall systems, longevity, humidity.

Вступ. Головним напрямком розвитку будівництва в сьогочасних світових реаліях є забезпечення високої ефективності, якості та довговічності будівель і споруд у різних галузях будівництва, й зниження матеріалоемності при виробництві конструкцій і проведенні будівельних робіт всі ці фактори на пряму впливають на собівартісну складову кінцевого продукту. Напрямок вирішення даної проблеми є впровадження ефективних легких бетонів і конструкцій на їх основі. В Україні достатньо широко використовують легкі матеріали і бетони на основі легких заповнювачів, ніздрюваті бетони (газо- і пінобетони), легкі матеріали на основі спінених полімерних мас (пінопласт), кам'яні вати. Такі матеріали поряд з високими експлуатаційними властивостями мають певні недоліки, які знижують їх ефективність. Так, легкі бетони на основі легких заповнювачів характеризуються високою середньою густиною і коефіцієнтом теплопровідності, матеріали і конструкції на основі спінених пластмас характеризуються горючістю, переважна частина виробництва ніздрюватих бетонів також припадає на матеріали з підвищеною середньою густиною, мінераловатні матеріали характеризуються підвищеним впливом на них вологи. Отже є актуальним питання підвищення ефективності легких бетонів.

Цікавість викликають системи, що поряд з високими теплотехнічними властивостями мають і підвищену міцність, морозостійкість, низьку паропроникність. Відомо, що поризація легких бетонів на пористих заповнювачах, дозволяє знизити густину і покращити теплотехнічні властивості. В структурі такого матеріалу окрім, природних комірок, знаходяться і штучні, що покращує властивості теплопровідності матеріалу. Перспективним є використання заповнювача у вигляді гранул-сфер з тонкими оболонками і великим ступенем розрідженості всередині [1]. Перспективними для таких систем виступають спучений перліт і неавтоклашний пінобетон. Останній дозволяє використовувати бетони на його основі не тільки в крупнопанельному будівництві, а й безпосередньо на будівельних майданчиках.

Аналіз останніх досліджень. Як засвідчує світова практика будівництва одним з основних напрямків розвитку будівельних матеріалів є збільшення енергоефективності конструкцій, а саме показникам їх теплопровідності, паропроникності, впливу різних факторів (зволоження, висихання, промерзання) на довговічність та зміну характеристик матеріалу на протязі всього часу експлуатації споруди. Особливу увагу потрібно звернути при порівнянні стінових панелей з піноперлітобетону на існуючі широко розповсюджені стінові системи такі як : багат шарова стіна, трьох шарові зовнішні стінові панелі, стіни з вентильованими фасадами, стіни мокрим методом оштукатуреним шаром. Особливу цікавість викликають легко бетонні системи, що поряд з високими теплотехнічними властивостями мають

і підвищену міцність, морозостійкість, низьку паропроникність. Відомо, що поризація легких бетонів на пористих заповнювачах, дозволяє знизити густину і покращити теплотехнічні властивості. Поряд з тим, введення в газобетон, золи винесення, що утворюється при високотемпературному спалюванні вугілля, дозволяє отримати матеріал з підвищеною міцністю при низькій густині (щільності) газобетону. Скловидний заповнювач (зола-винесення) системи має дрібнодисперсний склад, що сприяє кращій взаємодії інертних компонентів і допомагає структурі газобетону формуватись рівномірно. В структурі такого матеріалу окрім, природних комірок, знаходяться і штучні, що покращує властивості теплопровідності матеріалу.

Розроблені в ДНДІВМ, Петропавлівським О.Н., Чистяковим В.В., Гелевєрою А.Г., Ковальчуком О.Ю., наукові основи управління структурою і властивостями пористих бетонів і композиційних матеріалів з використанням лужних в'язучих систем дозволяють прогнозувати можливість розробки теплоізоляційних та теплоізоляційно-конструкційних пінобетонів неавтаклавної твердіння середньою густиною менше 600 кг/м³.

Особливу увагу варто приділити змінам стандартів ДБН В.2.6-31:2013 «ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ» оскільки багато існуючих стінових систем на даний момент не відповідають цьому стандарту та потребують суттєвих доопрацювань!

Мета дослідження. Метою роботи було визначення фактичних теплотехнічних показників зовнішньої стіни і оцінка тепловологого режиму стіни в процесі її експлуатації.

Початкові дані зовнішня стіна є стіною панеллю з піноперлітобетону завтовшки 480мм мм щільністю 550 кг/м³. Порівняти енергоефективність стінової системи з піноперлітобетонів визначити вплив вологості на теплопровідність системи. Проаналізувати розподілення води в масиві конструкції та вплив цього фактору на теплофізичні властивості стіни, а саме зміщення точки промерзання, а саме підвищенні опору теплопередачі для огорожуючих конструкцій. Визначити найбільш енергоефективний матеріал придатний для індустріального домобудівництва.

Об'єкти і методи досліджень. Піноперлітобетонні стінові панелі товщиною 480 мм порівнювались з трьох шаровою стіною панеллю шириною 400мм, стінами з вентиляваними фасадами та стінові системи з мокрим фасадом. Проводився приведений розрахунок за методикою вказаною в стандарті ДБН В.2.6-31:2013 «ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ». Сировинні матеріали, що використовували для виробництва пінобетонів і піноперлітобетонів відповідають вимогам держаних стандартів і технічним умовам. В якості сировинних компонентів використовували: в'язуче – портландцемент ПЦ І-500 за ДСТУ Б В.2.7-46-96, з $S_{уд} = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ за Блейном, залишок на ситі № 008 – не більш 15 мас.%; спучений перлітовий пісок. В роботі застосовувалось два піноутворювача ПБ-Люкс і Морпен. Піноутворювач ПБ-Люкс виробництва (Івахімпром) має густину –

1150 м³, рН 7–10 ; піноутворювач Морпен густина– 1200 м³, рН 7–10.

Розрахунок теплопровідності і опору теплопередачі проводився за стандартом ГОСТ 26254-84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций». Експлуатаційні значення вологості матеріалів, отримані за результатами численних натурних випробувань огорожувальних конструкцій з різних матеріалів, класифікуються в СНиП II-3-79 як вологість матеріалів в умовах експлуатації А і Б. Для випробуваної конструкції вологість кладки в умовах експлуатації А становить 10%, а в умовах експлуатації Б - 15%. Дослідження включали наступні етапи:

- випробування фрагмента стіни в кліматичній камері
- оцінка теплоізоляційних характеристик стін в розрахункових умовах експлуатації
- оцінка динаміки зміни характеристик вологості стін в умовах експлуатації і висновки про експлуатаційні теплотехнічні показники стін.

Результати досліджень. Випробування проводилися на фрагменті зовнішньої стіни в кліматичній камері. Випробування проводилися відповідно до ГОСТ 26254-84, кліматична камера і усі випробувальні і вимірювальні засоби мали діючі свідчення про метрологічну перевірку.

В процесі випробувань визначався опір теплопередачі стіни, вологість елементу . Початкова вологість піноперлітобетонної стіни складала 26 % Стіна піддавалися природній сушці при температурі повітря +20 °С впродовж 7 днів. Фрагмент стінової панелі з піноперлітобетонну піддавався природній сушці при температурі повітря +20 °С впродовж 15 днів.

Випробування проводилися впродовж 4 діб з 16.01 по 19.01.

Експериментально отримане значення опору теплопередачі фрагмента стіни склало $R_{\text{опр}} = 2,7 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Необхідний опір теплопередачі, R_0 , для зовнішніх стін житлових будівель експлуатованих в Київській області по ДБН В.2.6-31:2013 «ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ» дорівнює $3,3 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Оцінка теплоізоляційних характеристик конструкцій в розрахункових умовах.

Результати проведених випробувань характеризують теплотехнічні показники конструкції в початковий момент часу - безпосередньо після набору міцності стінової панелі. В процесі експлуатації вологовміст матеріалу змінюється, що обумовлює і зміну теплотехнічних показників конструкцій, що захищають.

Експлуатаційні значення вологості матеріалів, отримані за результатами численних натурних випробувань конструкцій, що захищають, з різних матеріалів, класифікуються в ДБН В.2.6-31:2013 «ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ» як вологість матеріалів в умовах експлуатації А і Б. Для випробуваної конструкції вологість стіни в умовах експлуатації А складає 10%, а в умовах експлуатації Б - 15%.

Оцінка отриманих результатів випробувань конструкції на розрахункові умови експлуатації показана в таблиці 1.

Визначалося значення приведенного опору теплопередачі конструкції по формулі

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{\alpha_3}.$$

де $\alpha_{\text{в}}$, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К), які приймаються згідно з додатком [1];

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, м² · К/Вт;

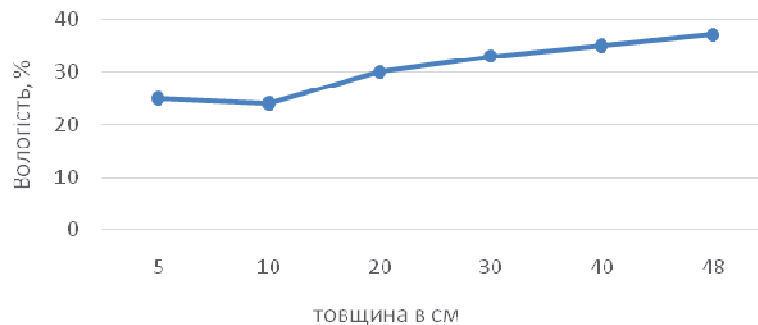
$\lambda_{i p}$ – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (згідно з додатком Л), Вт/(м · К);

таблиця 1

Показник	Експериментальне значення	Розрахункова вологість, %		
		5%	10%	15%
Теплопровідність Вт/(м ² ·К)	0,21	0,1	0,126	0,146
Опір теплопередачі м ² ·К/Вт	2,7	4,8	3,8	3,3

Характер розподілу вологості по товщині стіни в процесі випробувань відповідно приведений на граф.1,2.

Експериментальне значення зміни вологості по товщині піноперлітобетонної стіни.



Ці виміри вологості показують, що піноперлітобетонні стінові системи в цілому мали високе початкове вологоутримання що призводить до низьких показників теплопровідності на момент проектного набору міцності . Цей ефект спостерігається зі збільшенням масиву конструкції чим більше масив тим більше час висихання.

Висновок: В процесі випробувань визначався опір теплопередачі стіни, вологість елемента . Початкова вологість піноперлітобетонної стіни складала 26 % стіна піддавалися природній сушці при температурі повітря +20 °С

впродовж 7 днів. Фрагмент стінової панелі з піноперлітобетонну піддавався природній сушці при температурі повітря +20 °С впродовж 15 днів.

Ці виміри вологості показують, що піноперлітобетонні стінові системи в цілому мали високе початкове вологоутримання що призводить до низьких показників теплопровідності на момент проектного набору міцності. Цей ефект спостерігається зі збільшенням масиву конструкції чим більше масив тим більше час висихання.

Проводилось порівняння енергоефективних стінові систем з піноперлітобетонів порівняли переваги та недоліки систем з іншими теплоізоляційними системами представленими на будівельному ринку України. В ході досліджень було виявлено потребу подальшого удосконалення використовуваних існуючих стінових систем у зв'язку з постійною потребою в підвищенні енергоефективності стінових систем, а саме підвищенні опору теплопередачі для огорожуючих конструкцій, особливу увагу потрібно звернути на показники теплопровідності в залежності від вологості матеріалу оскільки експлуатаційна вологість дуже впливає на показник теплопровідності особливо це стосується стінових систем в яких використовується теплоізоляційні матеріали густиною менше 300 кг/м².

1. Фаренюк Г.Г/ ДБН В.2.6-31:2006 теплова ізоляція /Г.Г Фаренюк/; П.І.Кривошеєв//Київ – 12 с. 2. Ковальчук Ю.Г. Енергозбереження в капітальному будівництві /Ю.Г. Ковальчук, С.Р. Крамаренко, В.Т. Дуров, Г.Ю. Ковальчук // Доповіді наук.-техн. конф. "Будівельні матеріали XXI-го століття: комфорт житла та енергозбереження". – К.: НДІБМВ. – 1998. – С. 19-30. 3. Сажнев Н.П. Ячеистый бетон – современный строительный материал / Н.П. Сажнев, Н.Н. Сажнев // Теория и практика применения ячеистого бетона в строительстве: Сб. науч. тр. – Вып. 1. – Днепропетровск: ПГАСА, – 2005. – С. 25-31. 4. Кожевников И.Г /ГОСТ 26254-84 Здания и сооружения./ И.Г. Кожевников, И.Н. Бутовский // «Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций». –Москва: (НИИСФ) Госстроя СССР, – 1984.–95 с. 5. Числицкая Е.В. Теплоизоляционный и звукопоглощающий пенобетон/ Е.В.Числицкая//: Автореф. Дис. канд. техн. наук: 05.23.05/КИСИ. - К., – 1993. – 20 с. 6. Давидюк А.Н. Конструкционно-теплоизоляционные легкие бетоны / А.Н. Давидюк // Справочник:Ростов-н-Дону. – 2010. – 22 с. 7. Михайлов О.В. Ефективні будівельні матеріали / О.В. Михайлов, С.М. Петрикова //Доповіді наук.-техн. конф. "Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка: «Особенности подбора состава пеноперлітобетону». – К.: НДІБМВ – №56 2015. – 62-67 с. 8. Горяйнов К.Э., "Технология теплоизоляционных материалов и изделий/ К.Э Горяйнов., С.К. Горяйнова// – М.: Стройиздат, – 1982. – С 376. 9.Никифоров А.П. Повышение эффективности производства ячеистых бетонов применением химических добавок /А.П. Никифоров, О.А. Пушкаренко, Н.В. Левченко, Н.А. Матенчук // «Теория и практика применения ячеистого бетона в строительстве»: Сб. науч. тр. – Вып. 2. – Днепропетровск: ПГАСА, – 2005. – С. 112-115. 10. Гоц В.И., Ячеистые композиции на основе шлакощелочных вяжущих/ В.И. Гоц, В.П. Омельчук, Е.В.Числицкая// Тез. докл. 3-й Всесоюз. науч.-практ. конф. "Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции". –К.: КИСИ, 1989. – Т. 2. – С. 114-116.