

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗПОВСЮДЖЕНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ПЕРЕВАГИ ПІНОСКЛА

*А. С. Щербак., асп. ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ*

**Ключові слова:** теплоізоляційні матеріали, теплопровідність, паропроникність, міцність, морозостійкість.

**Вступ.** Піноскло — сучасний тип ізоляційного матеріалу, який своєю низькою об'ємною вагою і, тим самим, низькою теплопровідністю повністю еквівалентний старішим класичним природним ізоляційним матеріалам і перш за все пробці. За іншими властивостями, наприклад, за малим водопоглинанням і високою механічною міцністю, піноскло набагато перевершує пробку. Значною перевагою піноскла порівнянно з деякими природними і новітніми штучними ізоляційними матеріалами є його неорганічний склад. Як і всяке скло, піноскло стійке до дії гнилизни, мікроорганізмів, комах і гризунів, не горить, характеризується постійністю об'єму і стійкістю до дії води і всіх хімічних реагентів, за деякими винятками: плавикова кислота і гарячі концентровані розчини гідроокисів лужних металів [1; 2].

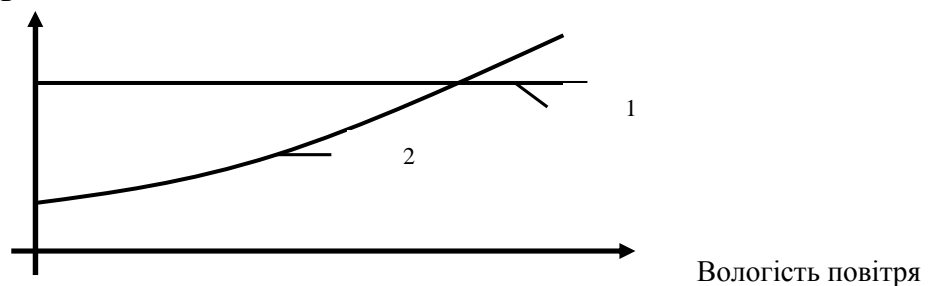
Розглянемо детально основні переваги піноскла перед іншими поширеними теплоізоляційними матеріалами.

**Теплопровідність.** Лабораторно визначаване значення теплопровідності піноскла вище на 20—30 %, ніж у мінераловатних плит східного призначення і сфери застосування. Але при виборі матеріалу для теплоізоляції споруд, при порівнянні таких матеріалів, як мінеральна вата і піноскло, необхідно врахувати ще два чинники.

Теплопровідність мінеральної вати залежить від вологості повітря між волокон, а оскільки міжволоконне повітряне середовище активно взаємодіє з атмосферою, теплопровідність мінеральної вати має змінне значення. А ось газове середовище замкнутих осередків піноскла не залежить від вологісних і температурних змін навколишнього середовища. Залежність значення теплопровідності для мінеральної вати від вологості повітря показана на рисунку 1. Видно, що чим вища вологість повітря між волокон мінеральної плити, тим вища теплопровідність волокнистого матеріалу. Для піноскла значення теплопровідності не залежить від вологості повітря. Отже, для мінеральної вати існує значення вологості повітря між волокон, коли теплопровідність даного матеріалу дорівнює або вища за теплопровідність піноскла.

За час експлуатації теплоізолювальної конструкції змінюються (погіршуються) параметри застосованого теплоізоляційного матеріалу. Як показує досвід виробництва, мінеральна вата руйнується і повністю втрачає функції, що покладаються на неї, протягом 50 років. Процес руйнування і втрати теплозахисних властивостей відбувається поступово протягом усього терміну експлуатації. У цей же час гарантований термін експлуатації піноскла складає понад 100 років. Зміна теплопровідності мінеральної вати і піноскла з часом показана на рисунку 2. Отже, на підставі вищевикладеного, з урахуванням усіх чинників, що впливають на термічний опір конструкції, перевага піноскла як теплоізоляційного матеріалу очевидна.

Теплопровідність



*Рис. 1. Залежність значення теплопровідності матеріалів від вологості повітря:  
1 — піноскло, 2 — мінеральна вата, пінополістерол та інші полімерні утеплювачі*

Термічний опір  
теплоізоляційної  
конструкції

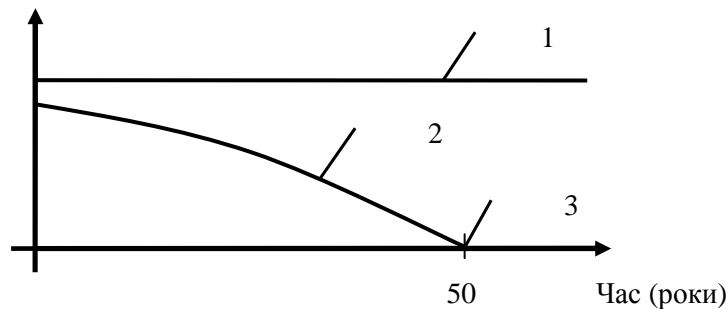


Рис. 2. Залежність значення теплопровідності піноскла і мінеральної вати з часом:  
1 — піноскло, 2 — мінеральна вата, 3 — точка повного руйнування мінераловатного теплозахисного шару

**Паропроникність.** В основному всі матеріали (винятком є метал і скло) пропускають водяний пар. В разі коли пар проникає в шар якого-небудь матеріалу, при температурі утворення роси пар конденсується або, якщо температура нижча за температуру замерзання, перетворюється на лід. Це явище погіршує коефіцієнт корисної дії (ККД) теплоізоляційних матеріалів, оскільки для того, щоб теплоізоляція продовжувала виконувати свої функції, необхідно, щоб вона залишалася сухою. На практиці важко зберігати більшість застосованих теплоізоляційних матеріалів у сухому стані, використовуючи паронепроникний шар, оскільки цей шар достатньо тонкий і його легко пошкодити. Конденсація також відбувається у випадках, коли робоча температура вища за температуру навколишнього середовища. Крім того, конденсація може привести до корозії, яка також є однією з серйозних проблем. Унаслідок особливостей будови піноскла, описаного вище, паропроникність його близька до нуля.

**Міцність.** Піноскло є найміцнішим серед інших ефективних теплоізоляційних матеріалів. Міцність піноскла на стиск у кілька разів вища, ніж у пінопласту і волокнистих матеріалів. Розглянемо ступінь важливості міцності на стиск для теплоізоляційних матеріалів у будівництві. Стискання теплоізоляційного матеріалу приводить до деформації та збільшення його теплопровідності і відповідно зниженню теплозахисних властивостей конструкції. Піноскло ж не деформується під навантаженням. Більше того, теплоізоляційні матеріали з низькою міцністю вимагають анкерного і штирьового кріплення до несучої конструкції споруди, і, чим менша міцність, тим більша кількість елементів кріплення використовується для фіксації теплоізоляції. Отже, збільшується кількість високотеплопровідних включень, які створюють додаткові «містки холоду». У той же час теплоізоляційний матеріал з вищими показниками міцності може нести частину навантаження за рахунок власних фізичних властивостей, що дозволяє в деяких випадках і зовсім не застосовувати додаткових кріплень, які зменшують опір теплопередачі теплоізоляційного шару.

**Повітропроникність.** У випадку, якщо теплоізоляційна конструкція з використанням мінеральної вати має недостатній опір повітропроникності, тепло може просто «видуватися» дією вітру. Ця проблема стосується тільки волокнистих матеріалів. У той же час піноскло має нульове значення повітропроникності завдяки тому, що даний матеріал складається з герметично замкнутих осередків. Тому навіть за відсутності додатково обладнаної повітроізоляції і будь-якої сили вітру ніякого «видування» тепла з піноскла не буде. Отже, за повітропроникністю піноскло перевершує будь-який тип волокнистих теплоізоляційних матеріалів.

**Морозостійкість.** Як і в попередніх випадках, піноскло значно перевершує за даним параметром будь-який волокнистий теплоізоляційний матеріал і, зокрема, мінеральну вату. Суть у тому, що вода не може стати причиною руйнування матеріалу при замерзанні і розширенні, оскільки фізично не може проникнути всередину піноскла. З волокнистими матеріалами все йде діаметрально протилежно. Вода не тільки проникає всередину волокнистого матеріалу за рахунок ефекту змочування, а і конденсується на волокнах тієї ж

мінеральної вати при зміні температури і вологості. При замерзанні вода, що кристалізується, поступово руйнує внутрішню структуру волокнистого матеріалу.

**Висновок.** Підводячи підсумок порівняння теплоізоляційних матеріалів, зробимо невеликий історичний екскурс. В середині XX століття в розвинених країнах почалося активне заселення міст, унаслідок чого виникла необхідність масового будівництва міського житла. У той час були достатньо відладжені технології промислового виробництва таких неорганічних теплоізоляційних матеріалів як скловата і піноскло. Але високі темпи будівництва вимагали здешевлення всіх типів будівельних матеріалів, а технології виробництва скловати і піноскла вимагали варки скляного напівфабрикату, і лише потім вироблявся кінцевий продукт. На ті часи вартість даних теплоізоляційних продуктів була достатньо високою через недостатню розвиненість енергетики. І ось саме унаслідок здешевлення (а не унаслідок підвищення якості кінцевого продукту), почалася розробка технології отримання шлаковати і кам'яної вати, яка полягала в переробці шлаків металургії (відходів) і так званих "порожніх порід" (базальт, вапняк, доломіт і т. і.), що отримуються у відвалі при видобутку корисних копалин. Але отримати у виробничому процесі скільки-небудь довгі волокна шлаковати і кам'яної вати методом тягнення (як при виробництві скловати) не вдалося. Тому дані типи волокнистих матеріалів отримують центробіжним способом або методом роздуву. Як наслідок виходять тонкі кам'яні голки (довжина 1—2 мм), що зв'язуються в плити і мати за допомогою в'язучого (як правило, фенолформальдегідної смоли), а не за рахунок сплетення (як скловата). Якщо провести аналогію, то дані продукти з кам'яної і шлакової вати можна порівняти з деревостружковими плитами, які виготовляються з тирси, зв'язаної все тією ж фенолформальдегідною смолою. Ці плити також були створені і застосовуються замість чистого дерева для зниження собівартості виробництва меблів.

В нашій державі імпортна мінеральна вата позиціонується як якнайкращий матеріал, що не має собі рівних, у той час коли в світі він визнаний як масовий і недорогий утеплювач. Причина в тому, що виробляється вона в країнах із високими цінами на енергоносії і значною ціною трудових ресурсів, а без подібної реклами продати її у нас украй складно. Вартість імпоротної мінеральної вати на території нашої країни така ж, як і вартість піноскла. Для порівняння: у ЄС в ціни на піноскло і кам'яну вату відрізняються в 7 разів. Але в той же час європейське піноскло продається в обсяг, близьких до обсягів продажів кам'яної вати.

У галузевій науково-дослідній лабораторії «Матеріали та будівлі для залізничного транспорту» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна проводяться дослідження в галузі розробки модифікованого піноскла з поліпшеними фізико-механічними властивостями.

В результаті досліджень планується отримати модифікований теплоізоляційний матеріал з нижчими показниками середньої щільності, коефіцієнта теплопровідності, водопоглинання, горючості і токсичності, ніж у традиційного піноскла [3]. У найближчих статтях будуть висвітлені основні результати наукових досліджень у цьому напрямку.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Шилл Ф. Пеностекло. М. : Издательство литературы по строительству, 1965.— 4с.
2. Демидович Б. К. Пеностекло. Минск. : Наука и техника, 1975.—178 с.
3. Пшінько О. М. та ін. Ефективність використання піноскла як теплоізоляційного матеріалу в будівництві // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2009. — №34.-С.152.

УДК 691:699.86.002.3

**Порівняльний аналіз фізико-механічних властивостей поширених теплоізоляційних матеріалів та переваги піноскла / А. С. Щербак // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Днепропетровск: ПГАСА, 2010. – № 2 - 3. – С. 65 – 68. – рис. 2.– Библиогр. : (3 назв.).**

Розглянуто основні переваги піноскла перед іншими поширеними теплоізоляційними матеріалами. Проведено порівняння таких фізико-механічних властивостей як теплопровідність, паропроникність, міцність, повітропроникність та морозостійкість.

**Ключові слова:** *теплоізоляційні матеріали, теплопровідність, паропроникність, міцність, морозостійкість.*

**Сравнительный анализ физико-механических свойств распространенных теплоизоляционных материалов и преимущества пеностекла / А. С. Щербак // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Днепропетровск: ПГАСА, 2010. – № 2 - 3. – С. 65 – 68. – рис. 2.– Библиогр. : (3 назв.).**

Рассмотрены основные преимущества пеностекла перед другими распространенными теплоизоляционными материалами. Проведено сравнение таких физико-механических свойств как теплопроводность, паропроницаемость, прочность, воздухопроницаемость и морозостойкость.

**Ключевые слова:** *теплоизоляционные материалы, теплопроводность, паропроницаемость, прочность, морозостойкость*

**Comparative analysis of physics-mechanical properties of widespread heat-insulation materials and advantages of foamglass/A. S. Scherbak// Visnyk of the Pridneprovsk state academy of civil engineering and architecture. - Dnipetrovsk: PGASA. 2010. - № 2 - 3. – P. 65 – 68. – pic. 2. – Bibliogr. : (3 titles).**

In the article basic advantages of foamglass are considered before other widespread heat-insulation materials. Conducted the comparison of such physics-mechanical properties as heat conductivity, steampenetrate, durability, ventileness and frost-resistance.

**Keywords:** *heat-insulating materials, heat conductivity, steam penetration, strength, frost-resistance.*