

Анализ теоретических и практических выкладок показывает, что многоэтажные панельные и блочные здания могут эксплуатироваться без капитальных ремонтов в течение 13 - 14 лет, при условии соблюдения правил производства работ при строительстве и отсутствии нарушений при эксплуатации.

#### ВЫВОДЫ

1. разработана экономико-математическая модель определения первого капитального ремонта после строительства и сдачи объекта в эксплуатацию.
2. установлена точка эксплуатационного равновесия, характеризующая зависимость надежности от срока эксплуатации, теоретически подтверждены фактические сроки безремонтной эксплуатации в пределах 15 лет.
3. сравнение теоретических расчетов и нормативных данных показывает, что погрешность колеблется в пределах 5 - 10 %, что свидетельствует о достоверности теоретических предпосылок расчета.
4. оценка сроков безремонтной эксплуатации жилых зданий на основе математического моделирования позволяет в дальнейшем сократить трудовые затраты и инвестиции.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бердичевский Б.Г., Резник С.А. и др. Прогнозирование надежности в системе качества жилища. В кн. «Качество и точность в сборном строительстве жилых домов». - Сб. трудов ЦНИИЭП жилища. М.: 1983. - С. 250.
2. Богословский В.Н. Долговечность - важная составляющая свойств общей эффективности здания как единой тепломассообменной системы РААСН. Долговечность материалов, конструкций и сооружений: Оценка, прогноз. М.: 1995. - 25 ...27 с.
3. Карпов В.В., Коробейников А.В. математические модели задач строительного профиля и численные методы их исследования. Москва - Санкт - Петербург, 1999 - С. 185.

УДК 536.24.03

#### ТЕПЛОИЗОЛЮЮЧІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО І ПРОМИСЛОВОГО БУДІВНИЦТВА

*Л.В. Гапонова к.т.н., доцент*

*Харківська національна академія міського господарства, м. Харків*

Конструкція додаткового теплозахисту в період експлуатації піддається зовнішнім і внутрішнім впливам. До зовнішнього відносяться: сонячна радіація; атмосферні опади (дощ, град, сніг); зміна температури; вологість

повітря; зовнішній шум; повітряний потік; гази; хімічні речовини; біологічні шкідники. До внутрішніх впливів можна віднести навантаження (постійні, тимчасові й короткочасні), коливання температури, вологість, морозне зпучення й сейсмохвилі. Домогтися правильної й довготривалої роботи теплозахисту можна тільки в тому випадку, якщо вона буде здатна протистояти даним впливам, а так само відповідати конструктивним, технологічним і естетичним вимогам.

У першу чергу конструкція теплозахисту повинна бути довговічна і надійна. Довговічність визначається терміном служби. Для її досягнення необхідно, щоб захищаюча конструкція була стійкою до тривалого впливу температур (матеріал не повинен змінювати свої технічні характеристики й форму), хімічно стійкою (протистояти хімічним впливам навколишнього середовища) і біологічно стійкою (не повинна піддаватися біологічним впливам). При проектуванні додаткового теплозахисту треба намагатись використовувати різні конструктивні елементи, довговічність яких була б однаковою. Для досягнення надійності захищаючих конструкцій необхідно, щоб вони були вогнестійкими, обмежували або не допускали потрапляння вологи усередину конструкції (кількість вологи, що потрапила, на утеплювач, не повинна погіршувати його роботу).

Для досягнення технологічних вимог конструкція додаткового теплозахисту повинна бути: індустріальною (мати високий рівень заводської готовності); транспортабельною (можливість перевозити конструкції будь-яким транспортом без його переустаткування, зручною для навантажувально-розвантажувальних робіт, компактною при складуванні); простою у монтажі (роботи можуть вестись робітниками без спеціальної підготовки, проведення робіт можливе увесь рік); ремонтпридатною (можливість заміни елементів теплоізоляції без значних витрат часу й робочої сили).

У будівельній практиці застосовуються різноманітні теплоізолюючі матеріали – основні з них: легкі бетони (перлітобетон, шлакобетон, газо- і пінобетон); «теплі» розчини (цементо-перлітовий, гіпсо-перлітовий); вироби з дерева й інших органічних матеріалів (плити деревостружечні, фібролітові, комишитові й ін.); мінераловатні й скловолокнисті матеріали (мінераловатні мати, мінераловатні плити м'які, напівтверді, тверді й підвищеної твердості, плити зі скловолокна й ін.); полімерні матеріали (пінополістирол, пінопласт, пінополіуретан, перлітопластобетон і ін.); піноскло або газоскло, а також інші композиційні матеріали й вироби з них (1).

Пінополіуретан (ППУ) - легкий і міцний гідротеплоізоляційний матеріал, що має своєрідну структуру, завдяки якій має найнижчий коефіцієнт теплопровідності і є слабо водопоглинаючим у порівнянні з іншими теплоізоляційними матеріалами.

З пінополіуретанів виготовляють еластичні, напівтверді й тверді матеріали. Поліуретани виробляють практично всіма існуючими технологічними методами - екструзією, пресуванням, литтям, заливанням, напилюванням і т.д. На основі поліуретанів одержують абсолютно всі відомі типи матеріалів і виробів: наповнені, армовані, спінені, ламіновані й інші у вигляді плит, аркушів, блоків, профілів, волокон, плівок, а також вироби й

конструкції на основі поліуретанів використовують в усіх без винятку галузях промисловості.

Завдяки можливості рецептурної зміни властивостей пінополіуретанів у широкому діапазоні дозволяє використати їх для теплоізоляції промислових і цивільних будинків і приміщень, що будуються із залізобетонних блоків, цегли й інших матеріалів, для теплоізоляції й ущільнення віконних і дверних проемів (у будівництві), а також для теплоізоляції трубопроводів різного призначення.

Іншим, також цікавим напрямком застосування цієї технології, є утеплення й гідроізоляція покрівель будинків. Застосування пінополіуретану в цьому випадку дає можливість покривати покрівлі будь-якої складності й форми, створюючи покриття без єдиного стику. Нанесення матеріалу може відбуватися як на нові конструкції, так і на старим, покритим металом, руберойдом або шифером. Демонтажу старого покриття й підготовчих робіт не потрібно.

Існує пряма залежність коефіцієнта теплопровідності пінополіуретану від діаметра пустот: чим менше діаметр пустот, тим менше коефіцієнт теплопровідності (рис. 1.).

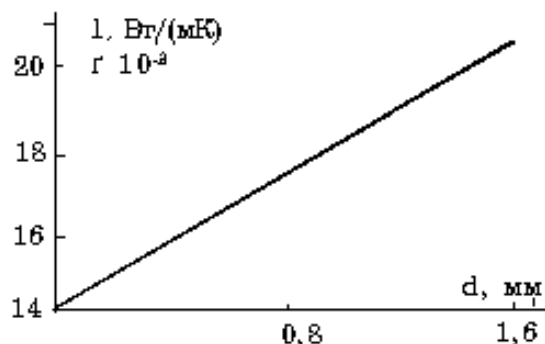


Рис. 1. Залежність коефіцієнта теплопровідності пінополіуретанів від діаметра пустот.

Пінополістирол - матеріал, відомий як відмінний теплоізолятор. Пінополістирол являє собою легкий синтетичний матеріал із закритою структурою, ізолюючим середовищем у якому є повітря. За рахунок повітря теплоізоляційні властивості пінополістиролу й панелей, у яких він служить ізолюючим шаром, не міняються на протязі тривалого часу.

Пінополістирол - екологічно чистий матеріал. Він не токсичний, не чутливий до вологості, не гниє. Будучи пластиком, навіть намокаючи, він не служить середовищем для розмноження бактерій і цвілі. Тому пінополістирол широко застосовують на підприємствах харчової промисловості, як для упакування, так і для будівництва. Крім того, пінополістирол піддається повній переробці.

Пінополістирол характеризується низькою теплопровідністю й малою щільністю. При цьому міцність пінополістиролу дозволяє застосовувати його як конструкційний елемент, здатний нести значні навантаження протягом тривалого часу. Пінополістирол негігроскопічний матеріал.

Важлива властивість пінополістиролу - його довговічність, стабільні теплотехнічні показники й надзвичайно висока міцність на стиск.

Мінеральна вата - загальна назва всіх волокнистих неорганічних матеріалів, що використовуються для будівельного утеплення й теплоізоляції. За вихідним матеріалом вони діляться на три типи: кам'яна вата, скловата й шлаковата.

Еластична й мала вага теплоізоляційної мінеральної вати робить її установку легкою й зручною. Вироби з неї не піддаються температурній деформації. У місцях примикання до каркаса й на стиках плит не утворюються зазори, які могли б викликати витік тепла й стати центрами конденсації вологи. І кам'яне, і скловолокно - негігроскопічні, вміст вологи при нормальних умовах експлуатації становить менш 0,5% за об'ємом.

Вироби з мінеральної вати мають високу стійкість до органічних речовин. Останніх 50 років мінерало- і скловатні ізоляційні матеріали не раз піддавалися ретельному вивченню відомствами й науковими організаціями не тільки в нашій країні, але й міжнародними організаціями. Опіраючись на проведені дослідження можна визнати, що виробництво й застосування утеплювальної мінеральної вати безпечно.

Крім високих тепло-, звуко-, пожежозахисних властивостей виробів з мінеральної вати, вони ще володіють дуже важливою характеристикою - опором механічним впливам.

Область застосування мінераловатної продукції не обмежена, вона не вимагає спеціальних навичок при монтажі. М'які мінераловатні плити й базальтові прошивні мати ідеально підходять для теплоізоляції внутрішніх стін будинків, перегородок, стель і підлог, мансард, щитових конструкцій. Щільність базальтового мата - 30кг/м<sup>3</sup>, при товщині 5 см, такий мат по теплоізолюючій здатності дорівнює стіні у дві цегли. З мінеральної вати виготовляють плити для теплоізоляції стін зі збірного залізобетону («сандвіч»-панелі), плоских покрівель.

Вакуумне скло - матеріал являє собою спінене скло, у пустотах якого створюється низький тиск, завдяки чому досягається надзвичайно низька теплопровідність матеріалу: 0,005-0,02Вт/мК. Міцність і щільність будуть рости приблизно пропорційно теплопровідності від рівня 0,2МПа (>2кгс/см<sup>2</sup>) для скла із щільністю 100-120 кг/м<sup>3</sup> і теплопровідністю 0,005 Вт/мК. Висока міцність матеріалу дозволяє використати його для утеплення дахів, фундаментів, доріг і інших навантажених конструкцій. Шар вакуумного піноскла товщиною 1 см за теплоізолюючими властивостями еквівалентний газобетонній стіні товщиною 15 см, цегельній стіні товщиною 0,5 м або бетонній стіні товщиною 1 м. Собівартість матеріалу досить низька, а ефективність теплоізоляції, довговічність (більше 50 років), міцність, стійкість до пожеж, вологи, гризунів і цвілі та інші характеристики набагато вищі, ніж у більшій частині відомих теплоізоляторів. Вакуумне піноскло не горить і не

виділяє токсичних газів протягом усього свого терміну служби. Основний і, мабуть, єдиний недолік – це те що виробництво цього матеріалу ще не освоєно. Знайти його на ринку неможливо.

Пробкою називається кора коркового дуба, що виростає на Заході Середземномор'я, в основному в Португалії, Іспанії, деяких районах Алжиру й Марокко більше 60 млн. років. Батьківщиною коркових плантацій є Португалія, і на її територію доводиться більше 33% світових площ, відданих під посадку коркового дуба. Кору з дуба знімають кожні 9 років, починаючи з 25-літнього віку дерева, так, що ліси не гинуть.

Секрет спученої пробки - у її структурі. Кожна частина коркового матеріалу складається з мінімальної кількості твердої речовини й максимальної кількості повітря, що забезпечує чудові теплоізоляційні властивості коркових панелей. Стінки осередків складаються з п'яти шарів: - два шари клітковини, два щільні жирні шари непроникних для води, і ще один волокнистий шар, що надає осередкам твердість і міцність.

Завдяки цим особливостям панелі зі спученої пробки стійкі до впливу вуглеводів, хімічно інертні, можуть використовуватися в контакт з асфальтом (бітумом), непроникні для ультрафіолетового випромінювання, не проводять і не акумулюють електричні заряди. Ізоляційні плити із пробки не горять, після обробки вогнестійкими речовинами вони відносяться до класу горючості В1 (негорючі речовини). При тлінні плити не виділяють ні фенолів, ні формальдегідів. Стіни й перегородки зі спученої пробки абсолютно не руйнуються паразитами і гризунами. Ізоляційні коркові панелі хімічно інертні й дуже пружні. Завдяки антиконденсаційним властивостям пробки, на панелях не з'являються цвіль і грибок.

Панелі з коркового агломерату - найбільш удале рішення проблеми тепло- і звукоізоляції Вашого будинку. По сукупності ізолюючих властивостей вони в багато разів перевершують відомі на ринку матеріали (мінеральна вата, пінопласт).

Технологія виготовлення коркових агломератів являє собою наступний процес: сировина спочатку подрібнюється в гранули різних розмірів, а потім пресується в блоки при високій температурі без додавання яких-небудь клеючих речовин. Пробка містить у своєму складі натуральний компонент суберин, що і виконує роль зв'язувальної речовини. Ці коркові гранули є залишками виробництва іншої коркової продукції або виготовляються з корки, що не придатна для якогось іншого застосування. Агломеровані блоки потім ріжуться на панелі.

Для зовнішнього утеплення не застосовується.

Пінополіетилен - еластичний закритопористий фізично спінений (газонаповнений) поліетилен з незшитою молекулярною структурою (НПЭ), що володіє унікальним сполученням фізичних і хімічних властивостей:

Завдяки закрито пористій структурі він зберігає свої ізоляційні якості протягом усього терміну служби. Гнучкий, легкий, міцний матеріал при дублюванні з фольгою дозволяє досягти до 97% відбиття тепла. Збереження енергії тепла, а також і енергії холоду дозволяє відчувати економію вже на самому початку експлуатації.

Чудові теплофізичні характеристики - коефіцієнт теплопровідності 0,038 Вт/мК. Широкий діапазон робочих температур від -80 до +80С. Нешкідливий для навколишнього середовища - дозволений до застосування в якості теплоізолюючого, звукоізолюючого, амортизуючого, герметизуючого, пакувального, прокладочного матеріалу

Зручно монтується - легко ріжеться; кріпиться меблевим степлером, цвяхами, клеями, двостороннім скотчем; зварюється паяльником, будівельним феном. Термін експлуатації не менше, ніж у будівельних конструкцій (до 100 років без втрати своїх властивостей)

Гарний звукоізолятор, захищає від ударних шумів. Хороший гідроізолятор: водопоглинання менш 1% від об'єму, завдяки закритопористій структурі матеріалу (2).

Хімічно стійкий матеріал до масел, бензиновмісних речовин, не гниє, не пліснявіє.

Бар'єр від водяної пари. Економічний - не зменшує корисну площу завдяки малій товщині й не вимагає додаткової ізоляції. Використовується, в основному, для внутрішньої теплоізоляції.

Таблиця.1.

Порівняльна характеристика теплоізоляторів

Теплоізолятор	Густина (щільність), кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт теплопровідності Вт/м*К	Термін експлуатації, років	Робоча температура, °С
Пінополіуретан (жорсткий)	35-80	0,019-0,035	більше 20	-200...+150
Пінополіірол	15-35	0,043-0,064	15	-80...+80
Мінеральна вата	15-150	0,052-0,058	15	-40...+120
Пінобетон	150-400	0,145-0,16	10	-30...+120
Керамзит	—	0,14-0,18	20	—
Цегла	1000	0,45	—	—

Використання конкретного матеріалу для теплозахисту залежить від цілого ряду факторів, визначаючими із яких є: довговічність; необхідна товщина шару теплоізоляції; можливе місце розташування матеріалу; маса теплоізоляційної конструкції; вартість матеріалу; трудомісткість робіт по монтажу; можливість поставки матеріалу на будівельний майданчик.

Зараз найбільш ефективними при влаштуванні додаткової теплоізоляції є полімерні матеріали (пінополіірол, пінополіуретан) і вироби з мінеральної вати й скловолокна. При влаштуванні теплоізоляції із цих матеріалів, маса всієї конструкції теплозахисту буде найменшою.

Основна мета, що переслідується при здійсненні енергозберігаючих заходів, - економія теплової енергії, але ніхто не знає, яке грошове вираження цієї економії і який строк окупності капіталовкладень.

Не можна забувати про економічний ефект, що виходить за рахунок скорочення кошторисної вартості будівництва. Із впровадженням технологій зовнішнього утеплення з'явилася можливість внести принципові зміни в конструктивну схему будинків. Відтепер у вітчизняній практиці будівництва будинків більшість об'єктів зводиться із застосуванням збірно-монолітної технології, відповідно до якої спочатку відливається монолітний залізобетонний каркас, а потім монтується зовнішнє огороженні у вигляді кладки із цегли (250 мм) або пористо-бетонних блоків. Тобто замість традиційної цегельної кладки товщиною 64 см зводиться самонесуча стіна в одну цеглину й додається утеплювач. Якщо врахувати, що вартість кубічного метра цегли набагато вище вартості кубічного метра теплоізоляційного матеріалу, стає зрозумілим, яке конструктивне рішення дозволяє одержати більший економічний ефект. Це досить переконливе економічне обґрунтування застосування технологій утеплення.

Багатошарові системи зовнішнього утеплення дозволяють знизити навантаження на фундамент і, відповідно, скоротити витрати на його зведення.

У зв'язку з великою кількістю теплоізоляційних матеріалів, що мають різну вартість і коефіцієнт теплопровідності, виникає питання вибору найбільш економічно доцільного матеріалу. Для цього необхідно знайти вартість одного квадратного метра утеплювача у відношенні до будинку за наступною формулою:

$$C_{\text{опт}} = C_{\text{куб.м}} \times T_{\text{ут}}$$

де  $C_{\text{опт}}$  – вартість одного квадратного метра утеплювача;

$C_{\text{куб.м}}$  – вартість одного кубічного метра утеплювача;

$T_{\text{ут}} = R_{\text{доп}} \times \lambda_{\text{ут}}$  – необхідна товщина утеплювача в метрах;

$R_{\text{доп}} = R_{\text{нов}} - R_{\text{стар}}$  – додатковий опір теплопередачі, на величину якого необхідно збільшити опір теплопередачі для досягнення сучасних вимог;

$R_{\text{нов}}$  – опір теплопередачі, що підлягає утепленню;

$R_{\text{стар}}$  – опір теплопередачі стіни за новими нормами;

$\lambda_{\text{ут}}$  - коефіцієнт теплопровідності утеплювача.

Сьогодні існують три основні групи економічних параметрів: витрати при виготовленні матеріалів і конструкцій; витрати при будівництві; витрати при експлуатації. Якщо орієнтуватися на дані, запозичені із закордонних джерел інформації, за рахунок економії тепла період окупності енергії, витраченої на виробництво даного утеплювача, становить від 1,5 до 13 місяців.

Основне завдання будівництва - це не економія енергії, а забезпечення потреби країни в будинках і спорудах. З погляду теплофізики, основним завданням є забезпечення санітарно-гігієнічних умов (комфортності) і довговічності.

Щоб одержати реальну економію енергоресурсів необхідно не тільки утеплювати стіни й покриття, але й удосконалити існуючі системи інженерного забезпечення будинків.

У роботі визначено такі критерії вибору теплоізоляційних матеріалів:

- коефіцієнт теплопровідності;
- щільність;
- твердість;
- вага;
- довговічність;
- пожежебезпечність;
- умови встановлення теплоізолятора;
- вартість;
- трудомісткість робіт по монтажу.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Монастирев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий. Учебное пособие. – М.:Изд-во АСВ, 2000. – 160с.
2. Строительные материалы / Под общей редакцией В.Г. Миккульского – М.: Изд-во АСВ, 2000. – С. 402-419.

#### УДК 620.179.16

#### КОНТРОЛЬ ДЛИННОМЕРНЫХ СОСТАВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ЭХО-МЕТОДА И СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ

*В.П. Глуховский, к.т.н., Н.Г. Марьенков, к.т.н., А.Е. Вусатюк, м.н.с.  
Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК), г.Киев*

**Постановка проблемы.** Железобетонные составные забивные сваи – один из типов свай, используемых для фундаментов зданий и сооружений. Соединение отдельных секций таких свай выполняется с помощью сварных или болтовых стыков, обеспечивающих равнопрочность стыкового соединения и соосность элементов. Элементы стыков выполняются в виде стальных закладных деталей [1]. Конструктивная особенность (секционность) свай создает значительные трудности при контроле сплошности ствола акустическими методами, основанными на ударном возбуждении изделий. Несмотря на значительные возможности современных систем диагностики свай в грунте, для составных свай не обеспечивается высокая достоверность оценки сплошности ствола по всей их длине.

Для проведения экспресс-диагностики свай в мировой практике широко используются низкодеформационные динамические испытания ITS (Integrity Test System), являющиеся разновидностью применяемого в геотехнике метода PDA (Pile Driving Analysis). Эти испытания позволяют определять по