

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-17-28>

УДК [536.2+697.1](69.003.13)

**Врахування особливостей теплопровідності матеріалів для будівництва під час управління підприємствами****Беляєв С.В.**кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри техногенної безпеки  
та тепломасообмінних процесів

Київського національного університету технологій та дизайну

У статті проведено дослідження щодо необхідності врахування особливостей теплопровідності матеріалів для будівництва під час управління підприємствами з метою зменшення витрат на утримання таких будівель у подальшому їх використанні. Розглянуто вплив теплопровідності матеріалів під час будівництва з погляду забезпечення енергоефективності. Досліджено основні чинники, які впливають на теплопровідність. Здійснено порівняльну характеристику різних стінових матеріалів за ступенем зростання теплопровідності, у тому числі у вологому стані. Проаналізовано властивості утеплювачів під час їх вибору. Здійснено порівняльну характеристику популярних утеплювачів для підвищення енергоефективності споруд.

**Ключові слова:** енергозбереження, зменшення витрат, теплопровідність, теплообмін, тепломасообмін, утримання будівель, матеріали для будівництва, тепла енергія, коефіцієнт теплопровідності, теплоізоляційні властивості, тепловтрати, утеплювач.

Беляев С.В. УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

В статье проведено исследование по необходимости учета особенностей теплопроводности материалов для строительства при управлении предприятиями с целью уменьшения расходов на содержание таких зданий в дальнейшем их использовании. Рассмотрено влияние теплопроводности материалов при строительстве с точки зрения обеспечения энергоэффективности. Исследованы основные факторы, которые влияют на теплопроводность. Осуществлена сравнительная характеристика различных стеновых материалов по степени возрастания теплопроводности, в том числе и во влажном состоянии. Проанализированы свойства утеплителей при их выборе. Осуществлена сравнительная характеристика популярных утеплителей для повышения энергоэффективности зданий.

**Ключевые слова:** энергосбережение, уменьшение расходов, теплопроводность, теплообмен, тепломасообмен, содержание зданий, материалы для строительства, тепловая энергия, коэффициент теплопроводности, теплоизоляционные свойства, теплотери, утеплитель.

Bieliaiev S.V. CONSIDERATION OF THE PECULIARITIES OF MATERIALS THERMAL CONDUCTIVITY IN THE ENTERPRISES MANAGEMENT

In the article it is investigated a necessity of the specific features of the materials thermal conductivity consideration in the construction process in the whole enterprises management in order to reduce the costs of maintaining such buildings in the future use. The influence of materials thermal conductivity during construction process in terms of ensuring energy efficiency is considered. The main factors that influence the thermal conductivity are investigated. A comparative analysis of various wall materials in terms of the level of thermal conductivity increasing, including in the wet state, is carried out. The properties of insulation for their selection are analyzed. A comparative analysis of popular insulations for improving the energy efficiency of buildings has been carried out.

**Keywords:** energy saving, cost reduction, heat (thermal) conduction, heat exchange, heat and mass exchange, building maintenance, building materials, thermal energy, thermal conductivity coefficient, thermal insulation, heat loss, insulation.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У сучасних умовах господарювання за нестабільної політико-економічної ситуації

кожна структура має розуміти, якими ресурсами вона володіє (матеріальними, фінансовими, людськими), які резерви розвитку

(використання) цих ресурсів є на той чи інший момент часу, і насамперед необхідно раціонально використовувати ті ресурси, які є, по суті, інвестиціями у початок діяльності, стартовими інвестиціями. Якщо вести мову про початок діяльності підприємств незалежно від того, чи йдеться про виробничі (фабрика, завод) чи невиробничі установи, у тому числі житлові будинки, то великого значення мають необоротні фонди такої установи, зокрема будинки та споруди (обліковується згідно з Положенням (стандартом) бухгалтерського обліку 7 «Основні засоби» як «Будівлі, споруди та передавальні пристрої» [1] та згідно з Планом рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій як «Будинки та споруди» (субрахунок 103 класу «Основні засоби») [2]). Таким чином, на субрахунок «Будинки та споруди» ведеться облік наявності та руху будинків, споруд, їх структурних компонентів та передавальних пристроїв, а також житлових будівель [2; 3]. Тут необхідно враховувати, що особливістю обліку будівель є те, що їх рівною мірою можна кваліфікувати й як один об'єкт, включаючи всі його конструктивні елементи і системи життєзабезпечення (тоді будь-які зміни, додавання або поліпшення таких систем уважатимуться ремонтом/поліпшенням будівлі у цілому), й як сукупність окремих об'єктів (власне будівля, ліфтове господарство, різні системи сигналізації тощо) [4].

Матеріально-технічна база та фінансові ресурси мають дуже велике значення у діяльності й управлінні виробничими підприємствами, проте в даній статті приділяється увага саме зазначеним вище ресурсам підприємства – будинкам та спорудам, а саме оптимізації ресурсів під час їх побудови. Загальновідомо, що кожен матеріал для будівництва (дерево, бетон, цегла, граніт, піноблоки тощо) володіє певними визначеними якостями. Однією з них є теплопровідність, урахування якої допоможе менеджменту підприємства знизити в подальшій діяльності такої установи витрати (як постійні, так і змінні) на утримання такої споруди.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теплопровідність як технічна характеристика, звичайно, розглядається в літературі, проте здебільшого лише як розділ у структурі теплотехніки або тепломасообміну. Серед останніх видань варто відзначити праці колективу авторів за ред. Б.Х. Драганова «Основи теплотехніки і гідравліки» (2014 р.),

Б.Х. Драганова та ін. «Теплотехніка» (2015 р.), Н.М. Гавалешко «Тепломасообмін» (2015 р.). У 2017 р. з'явився посібник «Теорія теплопровідності», в якому згруповано загальну інформацію щодо теплопровідності з використанням математичних конструкцій (А.В. Гільчук, А.А. Халатов).

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** У цих працях здебільшого розглядається теплопровідність як явище, проте не приділяється увага впливу врахування теплопровідності матеріалів під час будівництва споруд для зменшення витрат на подальше їх утримання.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є дослідження врахування теплопровідності матеріалів для будівництва під час управління підприємствами з метою зменшення витрат на утримання таких будівель у подальшому їх використанні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Теплопровідність розглядається як різновид простого теплообміну (передачі тепла) на рівні з конвекцією (рухом повітря або іншого газу в порах матеріалу) та радіаційним чи променевим теплообміном. В останній ґрунтовній праці теплопровідність розглядається як «процес переносу теплоти структурними частинками речовини (нагрів ствола пушки, нагрів провідника, по якому тече струм)» [5, с. 7]. Водночас найбільш просте та ґрунтовне визначення буде полягати у такому: «Теплопровідність – це фізичний процес, за якого теплова енергія передається від частини тіла, що має вищу температуру, до частини, що має меншу температуру» [6]. Простіше кажучи, теплопровідність – це здатність матеріалу проводити тепло. Тобто, потрапляючи в певне середовище з відмінною температурою, матеріал починає приймати температуру цього середовища [7].

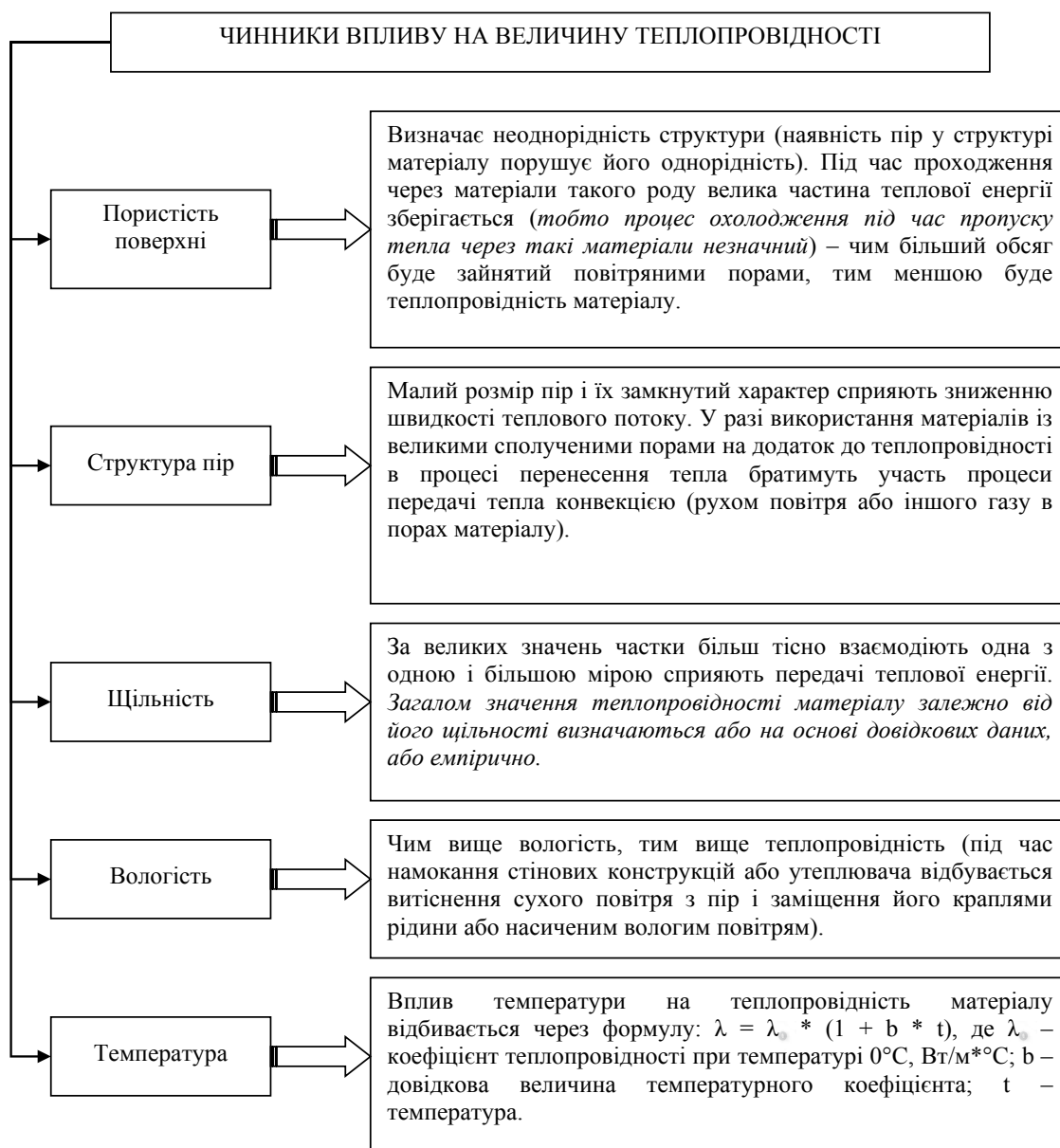
Інакше кажучи, енергія передається завдяки тепловому руху мікрочастинок без переносу речовини (наприклад, вікно (скло) і цегла (стіна) не будуть змінюватися місцями, буде змінюватися лише температура цих тіл). При цьому зрозуміло, що такий процес може відбуватися тільки між матеріалами, які перебувають у контакті й, зрозуміло, мають різну температуру. Саме тому кажуть, що теплопровідність виникає внаслідок нерівномірного розподілу температур у середовищі. Отже, теплопровідність сприяє вирівнюванню температури між різними взаємодіючими матеріалами (у нашому разі матеріалами), тобто процес теплообміну буде здійснюватися до

тих пір, поки температура обох матеріалів не стане однаковою. Найкращу теплопровідність мають тверді тіла, особливо метали. Рідини й гази мають низьку теплопровідність.

Навіщо ж узагалі враховувати особливі теплопровідності різних матеріалів для будівництва під час управління підприємствами? Відповідь на поверхні. Загальновідомо, що одна справа – побудувати будівлю й зовсім інша – утримувати її (якщо ми розраховуємо на тривалий термін використання такого приміщення). У такому разі чим довший термін експлуатації, тим більшими будуть витрати на утримання (включаємо сюди також витрати на амортизацію, знос основних засобів унаслідок плинності часу). А за неправильно підбра-

них будівельних матеріалів ще на стадії будівництва, не враховуючи умов експлуатації приміщення (у тому числі кліматичні умови), внаслідок втрати тепла такі витрати на утримання можуть зростати (наприклад, на утеплення, заміну комунікацій усередині приміщення, прискорений знос матеріалів тощо).

Втрата тепла в будинку неминуча. Так, у будинку у зимовий період за допомогою опалювального обладнання підтримується оптимальна температура (20–25°C). Якщо температура на вулиці буде нижчою, тоді в разі відключення опалення все тепло з будівлі через певний час вийде на вулицю, і температура через це знизиться (влітку відбувається зворотна ситуація: для того щоб



**Рис. 1. Основні чинники, які впливають на теплопровідність**

*Джерело: складено автором на основі [8; 10]*

знизити температуру в будівлі порівняно з вуличною доводиться використовувати охолоджувачі, наприклад кондиціонери). Таким чином, тепловтрати в будинку є неминучими, вони відбуваються постійно, коли температура зовні є меншою, ніж у приміщенні [8]. А от інтенсивність утрати тепла – це величина, на яку ми можемо впливати, тобто це змінна величина, яка залежить від безлічі чинників, у т. ч. від:

→ площі поверхонь, що беруть участь у теплообміні (вікна – втрата тепла від 5% до 40%, двері – від 5% до 20%, підлога – від 10% до 20%, дах – від 15% до 25%, стіни – від 15% до 35%);

→ показника теплопровідності будівельних матеріалів і окремих елементів будівлі (вікна, двері);

→ різниці між температурами на вулиці й усередині будівлі тощо.

Таким чином, дійсно, більш раціональним буде інвестувати більше на початкових стадіях діяльності (тобто на етапі будівництва), щоб потім не переплачувати, ліквідовуючи наслідки нераціональних рішень або невірної економії.

Оскільки, як зазначалося вище, теплопровідність різних матеріалів різна, щоб позначити теплову енергію був створений коефіцієнт теплопровідності (показує, яка кількість теплової енергії (*кількість теплоти*) проходить (*втрачається*) в одиницю часу (*60 хвилин*) через одиницю площі (*метр товщини матеріалу*)), який застосовується для будівельних матеріалів. Тобто коефіцієнт тепло-

провідності – це кількісна характеристика теплопровідності будівельних матеріалів [8], яка залежить від структури і виду матеріалу, його пористості (й характеру пор, їхньої структури), щільності, вологості, температури (рис. 1). Слід ураховувати також, що матеріали одного й того самого походження, але різної структури мають різну теплопровідність (загалом теплопровідність будівельних матеріалів визначають у лабораторіях за допомогою спеціальних приладів та установок, оскільки зміна вологості будівельних матеріалів істотно позначається на рівні їхньої теплопровідності).

Коефіцієнт теплопровідності також варто враховувати для створення кращої теплоізоляції (стель, даху, підлоги тощо). Чим вище коефіцієнт теплопровідності, тим кращим буде теплообмін, а отже, і більшою інтенсивністю утрати тепла. Водночас чим менше теплопровідність матеріалу, тим більше він придатний для будівництва житлових і опалювальних приміщень (тим кращі теплоізоляційні властивості матеріалу). Виходячи із цього, під час зведення будівель необхідно застосовувати матеріали з мінімальним значенням теплопровідності. Правильне зведення будівель сприяє оптимальним кліматичним умовам у приміщеннях.

Для наочного відображення інформації наведемо порівняльну характеристику різних матеріалів для спорудження стель будівлі (табл. 1).

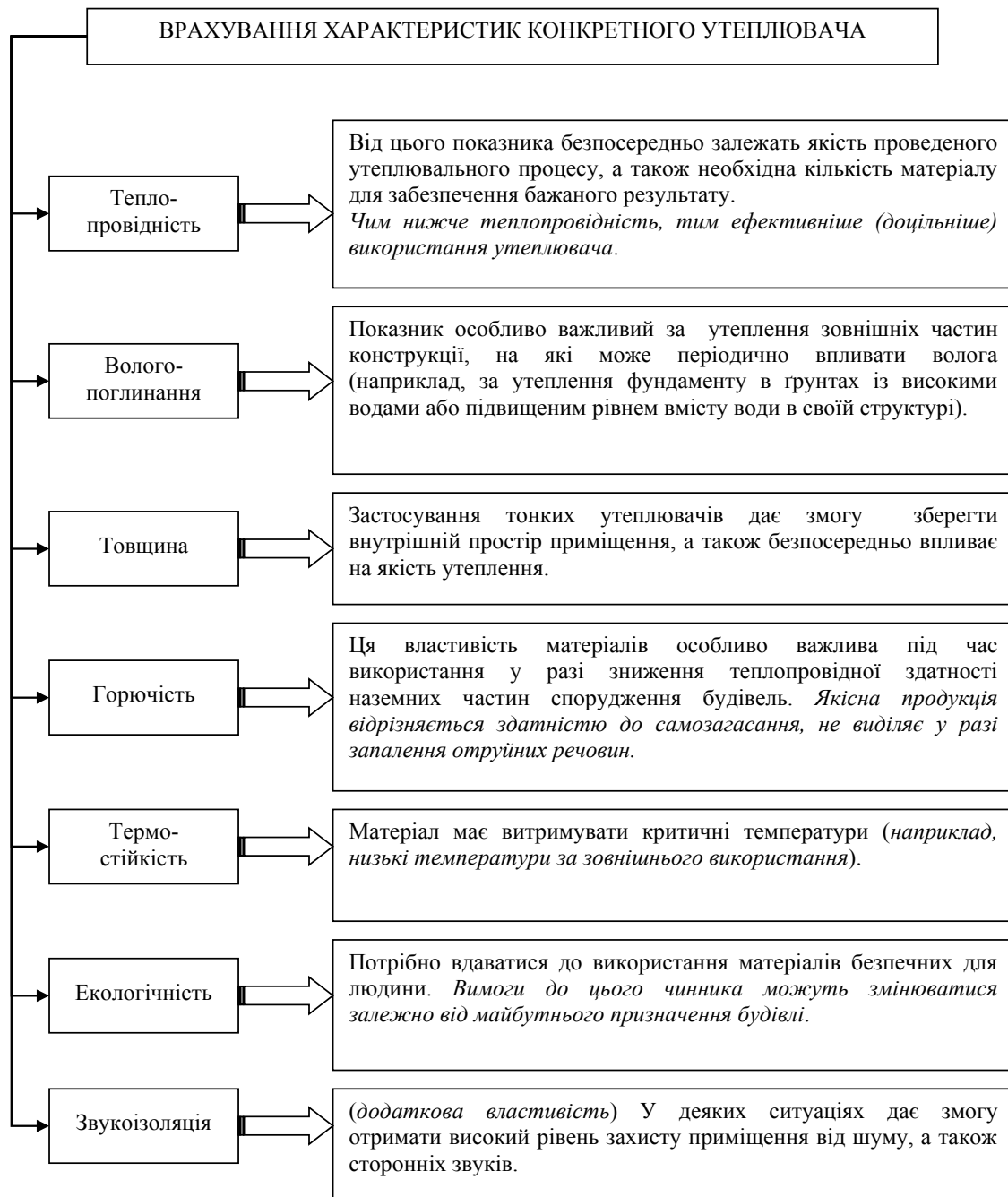
Так, наприклад, виходячи з даних табл. 1, найменшою теплопровідністю володіють

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика різних стінових матеріалів за ступенем зростання теплопровідності**

Показник	Газобетон	Дерево	Пінобетон	Поризований блок	Керамзитобетон	Щілинна цегла
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м <sup>2</sup> °С	0,08-0,14	0,14	0,14-0,22	0,18-0,28	0,4-0,8	0,5
Щільність, кг/м <sup>3</sup>	300-600	500	600-1000	400-100	850-1800	1400-1700
Міцність, кгс/см <sup>2</sup>	25-50		15-25	100-150	35-75	100-200
Водопоглинання, % маси	25		10-16	10-16	0	12-18
Морозостійкість, цикли	від 50		від 35	100	від 50	100
Рекомендована товщина стіни, м (для середньої смуги)	від 0,4	від 0,5	від 0,6	від 0,6	від 1 (не менше 0,6)	від 1,2

Джерело: складено автором на основі [7; 8]



**Рис. 2. Урахування властивостей утеплювачів під час їх вибору**

Джерело: складено автором на основі [10]

Таблиця 2

**Порівняльна таблиця коефіцієнтів теплопровідності різних стінових матеріалів (у вологому стані)**

Стіновий матеріал	Коефіцієнт теплопровідності (λ, Вт/(м*°C))
Дерев'яний брус (сосна і ялина) поперек волокон	0,18
Пінобетон і газобетон	0,26
Керамзитобетон	0,31
Дерев'яний брус (сосна і ялина) вздовж волокон	0,35
Цегла	0,52
Бетон	1,86

Джерело: складено автором на основі [7–9]

пористі стінові матеріали, такі як пінобетон, газобетон, а також дерево (залежно від типу). Водночас варто враховувати, що пориста структура характеризується швидким водопоглинанням: пори швидко насичуються вологою з навколишнього середовища і в результаті цього збільшується їх теплопровідність (теплопровідність повітряних прошарків характеризується не коефіцієнтом теплопровідності, а термічним опором, у такому разі визначальними є процес конвекції, товщина і довжина повітряних прошарків).

Водночас коефіцієнти теплопровідності різних стінових матеріалів у вологому стані

будуть відображати дещо іншу динаміку (табл. 2).

У такому разі, наприклад, бетон має найвищий показник теплопровідності, а отже, він має найгірші теплоізоляційні властивості. А от дерев'яний брус (розрізаний поперек волокон) забезпечує найліпші умови для зберігання тепла (коефіцієнт теплопровідності найнижчий – 0,18 Вт/м\*°С).

Ураховуючи виділений бюджет та призначення будівлі, що буде споруджуватися, є варіант вибору будівництва будівлі (або її певної частини) з матеріалу з низькою теплопровідністю та найдешевшим утеплювачем

Таблиця 3

### Порівняльна характеристика популярних утеплювачів у контексті підвищення енергоефективності споруд

Матеріал утеплювача	Сутність та переваги застосування	Суттєві недоліки
Мінеральна вата (до цієї групи відносять переважно базальтову і скляну вату)	Виготовляється з природних матеріалів. Стілка до вогню, відрізняється екологічністю, має гарні паро- та звукоізоляційні властивості, низьку теплопровідність. Невисока вартість.	Висока здатність вбирати вологу: неможливість протистояти впливу води скорочує можливості використання. Тепло в приміщеннях вона зберігає трохи гірше спінених матеріалів. Виділяє шкідливі для здоров'я пари фенолформальдегідних смол.
Ізолятори спінені (передусім пінополістирол і пінопласт)	Абсолютно не бояться вологи.	Абсолютно не здатні пропускати крізь себе пари вологи (виникає так званий «ефект термоса»). Практично не затримують сторонні шуми. Крім того, спінені ізолятори дуже люблять гризти миші і щури, роблячи в них ходи.
Пінопласт	Легкий матеріал із відмінними утеплювальними властивостями. Доступний, легко встановлюється, вологостійкий.	Високий рівень займистості і виділення шкідливих речовин під час горіння (рекомендується використовувати в нежитлових приміщеннях).
Пеноплекс	Добре протистоїть волозі, високим температурам, вогню, гниттю, розкладанню. Відрізняється відмінними показниками теплопровідності, простий у монтажі і довговічний (можливість використання в місцях із максимальними вимогами щодо здатності матеріалу протистояти різним впливам середовища).	У складі присутній стирол, який навіть у невеликих кількостях здатний завдати шкоди здоров'ю людини (використовувати для утеплення житлових приміщень потрібно з великою обережністю).
Пенофол	Багатошаровий утеплювач природного походження. Складається з поліетилену, попередньо спіненого перед виробництвом. Може мати різні показники пористості і ширини. Часто поверхня пластилини покривається фольгою для забезпечення відображення. Відрізняється легкістю, простою монтажу, високою енергоефективністю, вологостійкістю, невеликою вагою.	Занадто м'який, тому не підходить під обробку штукатуркою або шпалерами. Дуже важко кріпиться за винятком пенофола типу С (із плівкою, що самоклеїться). Для монтажу необхідно використовувати спеціальні клеї. Прибивати його до поверхні недоцільно, оскільки при цьому погіршуються теплоізоляційні властивості матеріалу (часто використовують як додатковий шар, який буде передусім відбивати теплову енергію і захищати стіни від вологи).

Джерело: складено автором на основі [7; 10]

(або, навпаки, якщо фінансування є лімітованим). Водночас під час вибору утеплювача також необхідно враховувати характеристики конкретного утеплювача (рис. 2).

Ураховуючи вищенаведену інформацію, представимо декілька прикладів характеристик утеплювачів, які використовуються для підвищення енергоефективності під час побудови будівель (табл. 3).

Варто знати, що вибір утеплювача є вільним вибором замовника. Сьогодні відсутній єдиний нормативно-правовий акт, який регулював би питання утеплення фасадів будівель; здебільшого всі акти носять рекомендаційний характер та не надають інформації щодо технічних характеристик матеріалу, наприклад необхідної товщини за різних умов використання (впливу зовнішнього середовища) тощо.

**Висновки з цього дослідження.** Нині у світі все більш актуальним стає питання енер-

гозбереження. І починати думати про це необхідно ще на стартовому етапі подальшої діяльності, тобто під час зведення будівлі (офісу, заводу чи житлового помешкання), коли правильно підібраний матеріал для будівництва залежно від мети та умов подальшого використання приміщення знизить утрати тепла, у зв'язку з чим більше не потрібно буде «опалювати вулицю». Якщо всі матеріали, використані під час будівництва, володіють високими теплоізоляційними властивостями, мають низьку теплопровідність, то витрати на енергоносії під час опалення приміщень будуть мінімальні. Завдяки цьому фінансові витрати на опалення у подальшій діяльності істотно знизяться. Така економія буде виправданою, оскільки дасть змогу незабаром повернути всі гроші, які були інвестовані в придбання необхідних будівельних матеріалів за рахунок зниження витрат, наприклад на утеплення, у майбутньому.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Про затвердження Положення (стандарту) бухгалтерського обліку 7 «Основні засоби»: Наказ Міністерства фінансів України від 27.04.2000 № 92 (редакція від 05.01.2018). URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0288-00>.
2. Інструкція про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій: Інструкція від 30.11.1999 № 291 (редакція від 05.01.2018). URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0893-99>.
3. Клас 1. Необоротні активи / iFactor «Електронні версії бухгалтерських журналів» URL: <https://i.factor.ua/ukr/law-90/section-536/article-10940/>.
4. Визначення і класифікація основних засобів / iFactor «Електронні версії бухгалтерських журналів». URL: <https://i.factor.ua/ukr/journals/nibu/2017/november/issue-94/article-32186.html>.
5. Гільчук А.В., Халатов А.А. Теорія теплопровідності: навч. посіб. Ч. 1. К.: Нац. техн. ун-т укр. «Київ. політех. ін-т ім. І. Сікорського», 2017. 86 с.
6. Савченко В.Ф. Теплопровідність. Фізика: підручник. К.: Освіта, 2016. URL: <http://narodna-osvita.com.ua/3783--8-teploprovodnst.html>.
7. Будівництво та ремонт своїми руками / Morfest. URL: <https://morfest.ru/coefficient-of-thermal-conductivity-of-clay-comparison-of-the-thermal-conductivity-of-various-building-materials-and-the-calculation-of-wall-thickness/>.
8. Теплопровідність матеріалів для будівництва, основні показники / Альта-Профіль Україна. URL: <https://alta-profil.ua/ua/poleznoe/interesnoe-o-produkcii/teploprovodnost/>.
9. Все про енергоефективність у будинках / Зелена хата. URL: [http://greenhomeua.blogspot.com/2012/07/blog-post\\_14.html](http://greenhomeua.blogspot.com/2012/07/blog-post_14.html).
10. Теплопровідність піску. Порівняння теплопровідності будівельних матеріалів – вивчаємо важливі показники / Yaroslavldom. URL: <https://yaroslavldom.ru/materials/thermal-conductivity-of-sand-comparison-of-the-thermal-conductivity-of-building-materials-we-study-important-indicators.html>.

#### REFERENCES:

1. Pro zatverdzhennia Polozhennia (standartu) bukhgalterskoho obliku 7 "Osnovni zasoby" [About approval of the Standard of accounting 7 "Fixed Assets"]. Minfin Ukrainy; Nakaz, Polozhennia vid 27.04.2000 roku # 92 (redaktsiia vid 05.01.2018) (elektronnyi resurs). Rezhym dostupu: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0288-00>
2. Instruksiiia pro zastosuvannia Planu rakhunkiv bukhgalterskoho obliku aktyviv, kapitalu, zoboviazan i hospodarskykh operatsii pidpriemstv i orhanizatsii [Instruction of the using of the Plan of accounts for accounting of assets, capital, commitments and business operations of enterprises and organizations]. Minfin Ukrainy; Instruksiiia vid 30.11.1999 roku # 291 (redaktsiia vid 05.01.2018) (elektronnyi resurs). Rezhym dostupu: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0893-99>

3. Klas 1. Neoborotni aktyvy [Class 1. Non-current assets]. iFactor “Elektronni versii bukhhalterskykh zhurnaliv” (elektronnyi resurs). Rezhym dostupu: <https://i.factor.ua/ukr/law-90/section-536/article-10940/>

4. Vyznachennia i klasyfikatsiia osnovnykh zasobiv [Definition and classification of fixed assets]. iFactor “Elektronni versii bukhhalterskykh zhurnaliv” (elektronnyi resurs). Rezhym dostupu: <https://i.factor.ua/ukr/journals/nibu/2017/november/issue-94/article-32186.html>

5. Hilchuk A.V., Khalatov A.A. (2017) Teoriia teploprovodnosti [The theory of thermal conductivity]. K.: Nats. tekhn. un-t ukr. “Kyiv. politekh. in-t im. I. Sikorskoho”. (in Ukrainian)

6. Savchenko V.F. (2016) Teploprovodnist [Thermal Conductivity]. Fizyka [Physics]. K.: VD “Osvita”. Rezhym dostupu: <http://narodna-osvita.com.ua/3783--8-teploprovodnst.html>

7. Budivnytstvo ta remont svoimy rukamy [Construction and repairment by own hands]. Morfest (elektronnyi resurs). Rezhym dostupu: <https://morfest.ru/coefficient-of-thermal-conductivity-of-clay-comparison-of-the-thermal-conductivity-of-various-building-materials-and-the-calculation-of-wall-thickness/>

8. Teploprovodnist materialiv dlia budivnytstva, osnovni pokaznyky [Thermal conductivity of materials for construction, main indicators]. “Alta-Profil Ukraina” (elektronnyi resurs). Rezhym dostupu: <https://alta-profil.ua/ua/poleznoe/interesnoe-o-produkcii/teploprovodnost/>

9. Vse pro enerhoefektyvnist u budynkakh [All about energy efficiency in the buildings]. Zelena khata (elektronnyi resurs). Rezhym dostupu: [http://greenhomeua.blogspot.com/2012/07/blog-post\\_14.html](http://greenhomeua.blogspot.com/2012/07/blog-post_14.html)

10. Teploprovodnist pisku. Porivniannia teploprovodnosti budivelnykh materialiv – vyvchaiemo vazhlyvi pokaznyky [Thermal conductivity of sand. Comparison of thermal conductivity of building materials – study important indicators]. Yaroslavldom (elektronnyi resurs). Rezhym dostupu: <https://yaroslavldom.ru/materials/thermal-conductivity-of-sand-comparison-of-the-thermal-conductivity-of-building-materials-we-study-important-indicators.html>