

Оцінка взаємозв'язку щільності та теплопровідності солом'яного блоку як будівельного матеріалу

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для натурального матеріалу соломи, який може бути не тільки ефективним утеплювачем, а й несучим та самонесучим елементом огорожуючих конструкцій при використанні її у вигляді тюків у будівництві, проаналізовано залежність між фізичними характеристиками теплопровідності та щільності. Виявлено ступінь взаємозв'язку фізико-механічних характеристик через коефіцієнт кореляції та детермінації.

Ключові слова: будівництво з солом'яних тюків, теплопровідність, щільність, кореляція.

Abstract

For natural material of straw, which can be used not only as an effective insulate material, but also as a bearing or non-bearing element of fencing structures when using it in the form of bales in construction, the relationship between physical characteristics of heat conductivity and density is analyzed. The degree of relationsheep of physical-mechanical characteristics through the correlation and determination coefficient is revealed.

Keywords: straw bales buildings, thermal conductivity, density, correlation.

Вступ

Тенденція ринку будівництва екологічних та енергоефективних житлових та громадських будівель у світі взагалі та в Україні зокрема набуває все більшої популярності [1-4]. Зокрема, як в Європі, так і останнім часом в нашій державі спостерігається бум у будівництві енергоефективних екологічних будинків, основною вимогою яких є використання місцевих, екологічно чистих та ефективних з точки зору теплотехнічних характеристик будівельних матеріалів [1, 3, 4]. Одним з найбільш популярних, з поміж екологічно чистих будівельних матеріалів є пресовані солом'яні тюки. Вони можуть слугувати як несучими елементами огорожуючих конструкцій стін, або бути ефективним утеплювачем, що заповнює несучий дерев'яний каркас [1,3]. В Україні наразі ще відсутні будівельні нормативні документи, які б дозволили використовувати та будувати відносно недороге, енергоефективне та екологічно чисте житло з використанням пресованих солом'яних тюків, хоча деякі напрацювання в цьому напрямку вже є [4]. Основні фізико-механічні характеристики природного будівельного матеріалу соломи – це щільність, теплопровідність, вологість, паропроникність, звукоізоляція варіюються в залежності від типу злакових культур, способу орієнтації волокон, товщини шару утеплювача, тощо [7, 10,12].

Основна частина

Одна з найбільш вагомих характеристик натурального матеріалу соломи в контексті використання її в будівництві як утеплювача – її низька теплопровідність $\lambda \approx 0,05 \dots 0,065$ (Вт/м×К) [6-11], яка залежить від багатьох факторів. Зокрема низка досліджень, що проведено в багатьох країнах свідчить про зв'язок величини теплопровідності λ не тільки з температурою, вологістю але й напрямком розташування волокон (паралельно чи перпендикулярно до теплового потоку) [2, 6-11]. Малочисельні результати досліджень щодо теплопровідності солом'яних конструкцій стін, проведені в нашій країні [1], погано корелюють з даними закордонних науковців, зокрема з даними робіт [2,6-11]. Що стосується щільності солом'яного блоку, то результати робіт [2, 6-11] не демонструють однозначну залежність параметра теплопровідності з щільністю для блоків, які в свою чергу мають відмінні значення теплопровідності. Як показано автором [2], розташування солом'яного блоку паралельно та перпендикулярно тепловому потоку чинить вплив на значення коефіцієнта теплопровідності. Узагальнені дані зв'язку щільності та теплопровідності отримані різними авторами наведено на рис. 1 (паралельно потоку) та рис. 2 (перпендикулярно потоку).

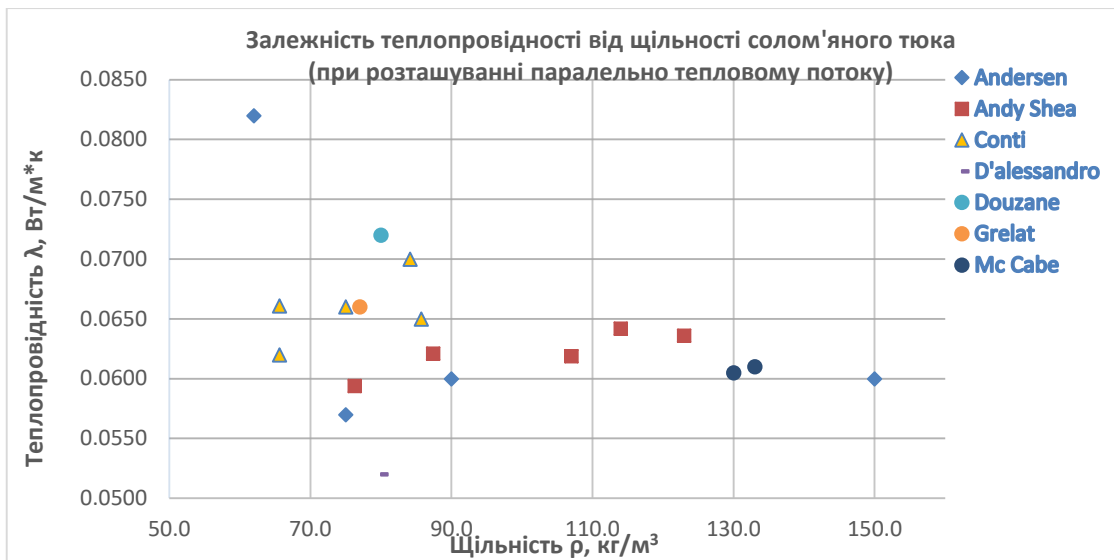


Рис. 1 – Зв’язок між щільністю солом’яного блока та його теплопровідністю за дослідними даними [2,6-11,14] при розташуванні зразків паралельно тепловому потоку

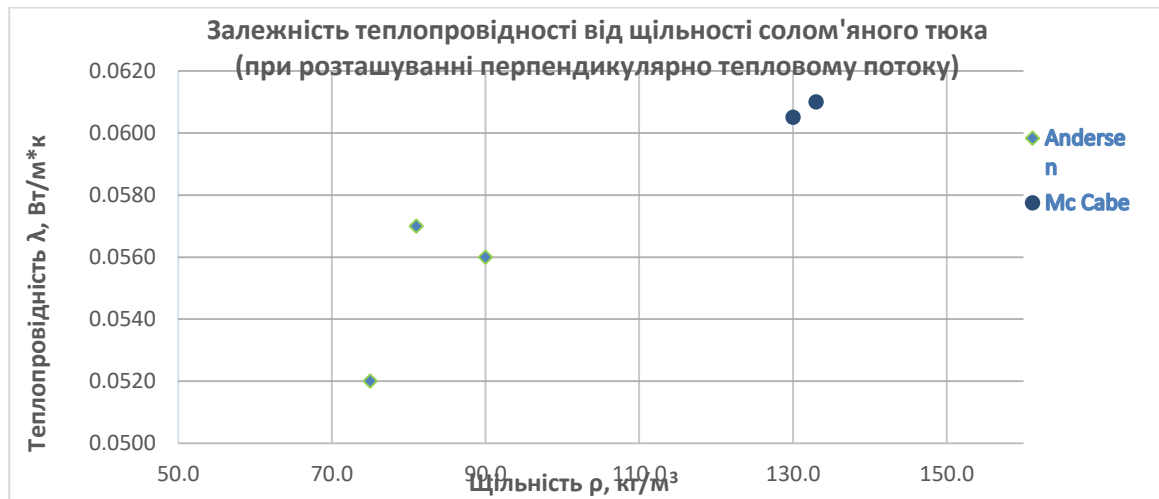


Рис. 2 – Зв’язок між щільністю солом’яного блока та його теплопровідністю за дослідними даними [2, 6] при розташуванні зразків перпендикулярно до теплового потоку

Статистичний аналіз даних, наведених на рис. 1, 2 виконано за допомогою програми Excel, згідно [13], та представлено у табл. 1 та табл.2.

Таблиця 1 – Статистичний аналіз даних за рис.1 згідно [13]

Автор	Коефіцієнт кореляції, r	Коефіцієнт детермінації, R ²
Andersen [2]	-0.482	0.232
Andy Shea [8]	0.874	0.764
Conti [14]	0.565	0.319

Таблиця 2 – Статистичний аналіз даних за рис.2 згідно [13]

Автор	Коефіцієнт кореляції, r	Коефіцієнт детермінації, R ²
Andersen [2]	-0.706	0.498
Mc Cabe [6]	-0.985	0.970

Аналіз даних табл. 1 та табл. 2 свідчить про неоднозначність кореляційного зв’язку між

досліджуваними характеристиками. Так, за даними авторів [2, 6] присутній зворотній зв'язок між щільністю та теплопровідністю (знак «-» коефіцієнта кореляції), хоча решта даних [8,14] демонструють пряму залежність хоча й слабо виражену по даним [14].

Коефіцієнт кореляції даних для вибірок авторів [2, 6, 8, 14] свідчить, що щільність зумовлює теплопровідність в діапазоні від 23,2% до 97%, що також є неоднозначним показником для прогнозування фізико-механічних характеристик природного утеплювача соломи у використанні його в будівництві.

Висновки

1. Статистичний аналіз вибірки даних різних дослідників, що наведено на рис. 1. та рис. 2 показав значний розкид величин кореляції щільності та теплопровідності.

2. Це очевидно пов'язано з різними початковими умовами проведення дослідів, способами визначення теплопровідності, різними габаритами тюків, різними партіями дослідних зразків, тощо. Також очевидно те, що теплопровідність солом'яного тюку обумовлена не тільки його щільністю, але й іншими чинниками, серед яких можна назвати вологість, тип матеріалу (культури злакових), орієнтація волокон, тощо.

3. Для уточнення залежності «теплопровідність-щільність» необхідно провести додаткові чисельні натурні випробовування з урахуванням додаткових факторів впливу, з метою встановлення більш тісного та однозначного взаємозв'язку між досліджуваними фізико-механічними характеристиками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Семко О. В. та ін. Спорудження малоповерхових житлових будинків із солом'яних блоків та визначення їх теплотехнічних характеристик. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2013. № 8. С. 47–52.
2. Munch-Andersen J., Andersen B. M. Straw Bale Houses-design and material properties. Danish Building and Urban Research. URL: http://baubiologie.at/download/jma_slides_halmhuse.pdf (дата звернення 12.03.2018).
3. Бікс Ю. С. Перспективи використання соломи та виробів з неї в малоповерховому будівництві України. URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2016/paper/view/1651> (дата звернення 12.03.2018).
4. Савицький М. В. та ін. Екологічне та енергоефективне малоповерхове будівництво. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Стародубовские чтения, 2010. № 55.С. 26–31.
5. ТУ У В.2.7-23.6-39301248-001:2014 Панелі солом'яні. Технічні умови.[Чинні від 2015-12-09]. Вид офіц. Київ, 2015. 34 с.
6. McCabe J. The thermal resistivity of straw bales for construction: Master's thesis / The University of Arizona. Tucson, AZ,1993. 45 p.
7. D'alessandro F., Bianchi F., Baldinelli G., Rotili A. URL: https://www.academia.edu/32508107/Straw_Bale_Constructions_Laboratory_In_Field_And_Numerical_Assessment_Of_Energy_And_Environmental_Performance (дата звернення 12.03.2018).
8. Shea A., Wall K., Walker P. Evaluation of the thermal performance of an innovative prefabricated natural plant fibre building system. Building Services Engineering Research and Technology. 2013. Vol. 34, No. 4. P. 369-380.
9. Costes J. P. et al. Thermal conductivity of straw bales: full size measurements considering the direction of the heat flow. Buildings. 2017. Vol. 7, No. 1. P. 11.
10. Volf M., Diviš J., Havlík F. Thermal, moisture and biological behaviour of natural insulating materials. Energy Procedia. 2015, Vol. 78. P. 1599-1604.
11. Douzane O. et al. Hygrothermal performance of a straw bale building: In situ and laboratory investigations //Journal of Building Engineering. 2016. Vol. 8, P. 91–98.
12. Височин І. А. Дослідження ефективності існуючих утеплювачів в багатошарових конструкцій зовнішньої стіни. Вісник Сумського національного аграрного університету: серія «Будівництво» випуск 5 (16), 2012. № 5(16). С. 3–13.
13. Карлберг К. Регрессионний аналіз в Microsoft Excel.: пер. а англ. СПб: ООО «Альфа-книга», 2017. 400 с.
14. Conti L., Barbari M., Monti M. Steady-State Thermal Properties of Rectangular Straw-Bales (RSB) for Building. Buildings, 2016. Vol. 6. No. 4. P. 44.

Бікс Юрій Семенович – к. т. н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Чорний Павло Григорович – студент групи 2Б-17мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:434786100@ukr.net

Biks Yuriy S. – Ph. D., assistant professor, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Chorniy Pavlo G. – a student of 2B-17mi, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 434786100@ukr.net.