

Шумська Л.П., здобувач

ORCID 0000-0002-2340-2008 e-mail schumska@gmail.com

Лещенко М.В., к.т.н.

ORCID 0000-0003-4618-7053 e-mail mv.leshchenko@gmail.com

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ТЕХНОЛОГІЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОРИСТИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПРОГНОЗОВАНИМИ ТЕПЛОФІЗИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Анотація. Робота присвячена теоретичному та експериментальному дослідженню теплофізичних особливостей створення нових пористих теплоізоляційних матеріалів, а саме: дослідженню термодинамічних параметрів процесів нагрівання, спучення та сушіння матеріалів; обґрунтуванню вибору способу формування сировинної суміші та визначенню оптимальних енергетичних параметрів процесу спучування; розробці математичних моделей процесу термообробки матеріалу та методики визначення основних технологічних параметрів; розробці перспективних технологій теплового захисту будівель та енергетичного обладнання. Експериментально визначені залежності технологічних параметрів термообробки сировинної суміші при спучуванні, її склад, що дозволяють отримати матеріал з мінімальною теплопровідністю. Створена комплексна математична модель теплового режиму будівлі, а також програма для вирішення рівнянь даної моделі, що дає можливість визначити основні енергетичні характеристики.

Ключові слова: пориста теплоізоляція, математичне моделювання, огорожувальна конструкція, теплопровідність, тепловологісні процеси, енергоефективність, пасивний дім.

Shumska L.P., applicant

ORCID 0000-0002-2340-2008 e-mail schumska@gmail.com

Leshchenko M. V., Ph.D.

ORCID 0000-0003-4618-7053 e-mail mv.leshchenko@gmail.com

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

HEAT TREATMENT TECHNOLOGY OF POROUS BUILDING MATERIALS WITH PREDICTABILITY OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES

Abstract. The work is devoted to theoretical and experimental research of thermophysical features of the creation of new porous heat insulating materials, precisely: research of thermodynamic parameters of the heating processes, swelling and drying of materials; substantiation of the choice of the raw mixture method formation and determination of the optimal energy parameters of the swelling process; development of mathematical models of heat treatment process of material and methods of basic technological parameters determination; development of advanced technologies for thermal protection of buildings and power equipment. Experimentally determined dependencies of technological parameters of heat treatment of the raw material mixture in the discharge, its composition, which allows obtaining material with minimal thermal conductivity. A complex mathematical model of the heat energy mode of the building was created, as well as a program for solving the equations of this model, which makes it possible to determine the basic energy characteristics.

Keywords: porous insulation, mathematical modeling, constructions envelope, thermal conductivity, thermal processes, energy efficiency, passive house.

Вимоги щодо підвищення теплового захисту будівель і споруд, основних споживачів енергії, є важливим об'єктом державного регулювання в більшості країн

світу. Ці вимоги розглядаються також з точки зору охорони навколишнього середовища, раціонального використання невідновлюваних природних ресурсів і зменшення впливу «парникового» ефекту, а також інших шкідливих речовин на атмосферу. Актуальним питанням є застосування ефективної теплоізоляції для пасивних будинків.

Ці норми стосуються частини загального завдання енергозбереження в будівництві. Одночасно зі створенням ефективного теплового захисту будівель, вживаються заходи щодо підвищення ефективності інженерного обладнання споруд, зниження втрат енергії при її виробленні й транспортуванні, а також щодо скорочення витрат теплової та електричної енергії.

Вирішення зазначеної проблеми може бути здійснене шляхом теоретичного й експериментального обґрунтування оптимальних температурно-часових режимів, що забезпечують отримання найбільш легкого теплоізоляційного матеріалу при його максимальній міцності. Вирішення цієї актуальної проблеми можливе шляхом формування малодефектної комірчастої структури в процесі механічної і термічної обробки сировинної суміші на основі глини. При цьому було розглянуто більш ефективне використання її потенційних можливостей на основі поглибленого уявлення про механізм формування пористої структури. Однак при покращенні теплотехнічних властивостей огорожувальних конструкцій, погіршуються характеристики несучих елементів. Зокрема, поризація цементно-піщаної складової знижує міцнісні характеристики металу, а введення тонкодисперсних добавок знижує довговічність бетону.

Аналіз відомих технологічних рішень засвідчив, що термодинамічні параметри виробництва пористих структур вимагають уточнення.

Аналіз публікацій показав, що в повному обсязі описуються різні конструктивні схеми теплоізоляційної оболонки, зокрема теплофізичні властивості нових теплоізоляційних матеріалів [1–4] та способів їх виробництва [5–7].

Питання ефективної теплоізоляції огорожувальних конструкцій розглядалися в роботах [8–10].

Отже, робота присвячена розробці й детальному науковому обґрунтуванню термодинамічних параметрів виробництва пористих теплоізоляційних матеріалів.

У роботі вирішено важливу науково-технічну проблему розробки й детального наукового обґрунтування термодинамічних параметрів виробництва пористих теплоізоляційних матеріалів. Виконані дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1) на основі аналізу існуючих теорій і методів виробництва пористих теплоізоляційних будівельних матеріалів показано відсутність цілісного підходу до теоретичного опису процесу термічного спучування гелеподібних вологих матеріалів і зв'язок його зі споживчими властивостями. У зв'язку з цим розроблені методологія виробництва пористих матеріалів методом спучування сировинної маси, яка включає аналіз технологічних режимів, оцінку властивостей і методику теплоізолювання;

2) експериментально визначені залежності технологічних параметрів термообробки сировинної суміші при спучуванні, її склад, що дозволяють отримати матеріал з мінімальною теплопровідністю. Також знайдені залежності дозволяють знайти необхідний режим термообробки для отримання заданих теплофізичних характеристик;

3) розроблена експериментальна установка, яка дозволила визначити основні закономірності теплопередачі пористого матеріалу, на основі яких отримані дані, що дозволяють здійснити оцінку тепломасообмінних характеристик нового дисперсного пористого матеріалу, необхідних для технологічних розрахунків;

4) на основі отриманих експериментальних залежностей створена комплексна математична модель тепловологісного режиму будівлі, а також програма для вирішення рівнянь даної моделі, що дає можливість визначити основні енергетичні характеристики;

5) розроблена методика термічної обробки спученого матеріалу, що дозволяє виконати основні проектно-технологічні розрахунки.

Література

1. Nimmo, J.R. (2004) Porosity and Pore Size Distribution, in Hillel, D., ed. *Encyclopedia of Soils in the Environment*: London, Elsevier, v. 3, p. 295-303.
2. Pavlenko A., Usenko B., Koshlak H. Analysis of thermal peculiarities of alloy in growth special properties. *Metallurgical and Mining Industry*. №2. (2014), pp. 50–55.
3. Lopez-Pamies O., Ponte Castañeda P., Idiart M. Effects of internal pore pressure on closed-cell elastomeric foams. *International Journal of Solids and Structures*. Vol. 49, № 19–20, (2012), pp. 2793–2798 <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2012.02.024>
4. Leshchenko M. V., Semko V. O. Thermal characteristics of the external walling made of cold-formed steel studs and polystyrene concrete. *Magazine of Civil Engineering*. № 1 (2015), pp. 44–55. <https://doi.org/10.5862/MCE.60.6>
5. Aboudi J., Arnold S., Bednarczyk B. (2012) *Micromechanics of Composite Materials: A Generalized Multiscale Analysis Approach*. Elsevier, 1006 p. ISBN:9780123977595
6. Pavlenko A., Koshlak H. Design of processes of thermal bloating of silicates. *Metallurgical and Mining Industry*. №2, (2015), pp. 118–122.
7. Pavlenko A.M., Shumska L.P. Determination of energy parameters of technology of thermal pore formation. *Metallurgical and Mining Industry*. №11, (2016), pp. 99-104.
8. Semko O., Yurin O., Avramenko Yu., Skliarenko S. Thermophysical aspects of cold roof spaces. *MATEC Web of Conferences*. Vol. 116, (2017), p. 02036 <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711602036>
9. Yurin O., Galinska T. Study of heat shielding qualities of brick wall angle with additional insulation located on the outside fences. *MATEC Web of Conferences*. Vol. 116, (2017), p. 02039. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711602039>
10. Olena Filonenko. Definition of the parameters of thermal insulation in the zone of building foundation according to the ground freezing depth. *Energy Efficiency*. Vol. 11 Issue 3, (2017), pp. 603-626. <https://doi.org/10.1007/s12053-017-9600-x>