

УДК 697.278

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНО ДОЦІЛЬНОЇ ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ УСТАНОВОК СИСТЕМ АКУМУЛЯЦІЙНОГО ОПАЛЕННЯ

О.В. Лусак

*Інститут відновлюваної енергетики НАН України
вул. Гната Хоткевича, 20а, м. Київ, 02094,
тел./факс: +38(044)206-28-09, e-mail: geotherm@ukr.net*

Проаналізовано можливі шляхи зменшення потужності та розмірів експериментальних установок систем акумуляційного опалення. Отримані на експериментальній установці результати мають бути масштабовані для побудови повномасштабних установок більшої потужності та розмірів без втрати достовірності результатів, отриманих від експериментальних установок. Для акумуляційних систем опалення з проміжним теплоносієм параметри, що мають найбільший вплив на достовірність масштабування, є діапазон витрати проміжного теплоносія та об'єм теплоакумуляційного матеріалу.

Ключові слова: *акумулювання, електричне опалення.*

THE DETERMINATION OF ECONOMICALLY VIABLE HEAT OUTPUT OF A LAB-SCALED HEATING STORAGE SYSTEMS

O.V. Lysak

*Institute for Renewable Energy, 20a Hnat Khotkevych str.,
Kyiv, Ukraine, 02094, tel./fax: +38(044)206-28-09,
e-mail: geotherm@ukr.net*

The paper analyses the possible ways to reduce the heat output and size of storage heating experimental installations. It

is considered that the results, which are obtained on the lab-scaled heating storage systems, should be scaled to build full-size installations of greater capacity and size without losing the reliability of the results, which are obtained through experimental installations. For storage heating systems with an intermediate heat medium, the main parameters, which most affect the reliability of scaling, are the range of the intermediate heat medium flow rate and the volume of heat storage material.

Keywords: *heat storage, electric heating.*

ORCID: 0000-0002-4934-0685.

Сьогодні значну увагу приділяють розробці систем акумуляційного електроопалення. Це пов'язано з розвитком систем генерування енергії, продуктивність яких є змінною в часі, а саме відновлюваних джерел енергії, як-от вітрові та сонячні електростанції. Даний тип енергії є дешевим у використанні, але періоди її генерування не збігаються з періодами споживання, що й потребує створення систем акумулювання теплоти [1–4].

Існують різноманітні рішення щодо конструкцій акумуляційних систем опалення: за тривалістю (добові чи сезонні), типом теплоакумуляційного матеріалу тощо [5, 6]. Оскільки ця тема є актуальною, існує чимало пропозицій щодо тих чи інших рішень з удосконалення різноманітних акумуляційних систем опалення.

Для підтвердження ефективності запропонованих конструктивних рішень необхідно провести експериментальні дослідження. Проте в певних випадках розробка моделей в натуральну величину може виявитись досить витратною. Тому слід розглянути можливість пропорційного зменшення розмірів і потужності експериментальних установок [7] з метою зниження витрат коштів та полегшення контролю експерименту. Зазначимо, що цей метод не є універсальним та існують випадки, коли його застосування є недопустимим.

Основною характеристикою систем акумуляційного опалення є забезпечення необхідної тепловіддачі. Обмежимося оглядом тих систем теплопостачання, які використовують проміжний теплоносіє для передачі теплоти від систем акумулювання до споживача. За таких умов тепловіддача Q_T , Вт:

$$Q_T = c_{p(пт)} \cdot G \cdot \Delta T_{пт}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

де $c_{p(пт)}$ – питома теплоємність проміжного теплоносія, кДж/(кг·К); G – масова витрата проміжного теплоносія, кг/с; $\Delta T_{пт}$ – перепад температури проміжного теплоносія, К.

Оскільки основним типом теплоносія є або повітря, або вода, а температурний режим прийнято підтримувати таким, щоб він відповідав запланованому, то зменшити можливо лише масову витрату проміжного теплоносія G , кг/с. Кількість акумульованої теплоти $E_{ак}$, Дж, визначатиметься як:

$$E_{ак} = c_{p(ак)} \cdot \rho \cdot G \cdot \Delta T_{ак}, \text{ Дж}, \quad (2)$$

де $c_{p(ак)}$ – питома теплоємність акумуляційного матеріалу, кДж/(кг·К); ρ – густина акумуляційного матеріалу, кг/м³; V – об'єм акумуляційного матеріалу, м³; $\Delta T_{ак}$ – перепад температури акумуляційного матеріалу, К.

Оскільки $E_{ак}$ є $f(Q_T)$, то відповідно зі зменшенням необхідної тепловіддачі, зменшиться й необхідна кількість акумульованої теплоти. Позаяк температурний режим та тип матеріалу є сталими, то відповідно зменшиться лише об'єм акумуляційного матеріалу V , м³.

Отже, при аналізі можливості масштабування конструкції експериментальної установки системи акумуляційного опалення необхідно встановити допустиму похибку, яку вноситиме у визначення тепловіддачі зменшення потужності та габаритів експериментальної

моделі установки відносно потужності та габаритів установки, що буде побудована на підставі отриманих даних.

Література:

1. Belanger, N. A Canadian Smart Grid in Transition: A Case Study of Heat for Less [Text] / N. Belanger. – University of Waterloo, Canada, 2014. – 113 p. – Available at: https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/8481/Belanger_Nicholas.pdf?sequence=3&isAllowed=y
2. Sateriale, M. E. Modeling and analysis of masonry electro-thermal heating and storage for optimal integration with remote standalone wind-diesel systems [Text] / M. E. Sateriale. – Fairbanks, Alaska, 2013. – 187 p. – Available at: https://scholarworks.alaska.edu/bitstream/handle/11122/4476/Sateriale_uaf_0006N_10111.pdf?sequence=1
3. Burner, J. Potential analysis of the use of electric storage heaters for demand side management applications [Text] / J. Burner, T. Braun, M. Gaus, M. Michl, J. Franke // 2016 IEEE Smart Energy Grid Engineering (SEGE). – 2016. doi: 10.1109/sege.2016.7589539
4. Huebner, G. M. The reality of English living rooms – A comparison of internal temperatures against common model assumptions [Text] / G. M. Huebner, M. McMichael, D. Shipworth, M. Shipworth, M. Durand-Daubin, A. Summerfield // Energy and Buildings. – 2013. – Vol. 66. – P. 688–696. doi: 10.1016/j.enbuild.2013.07.025
5. Лисак, О.В. Аналіз системи центрального теплопостачання за використання сезонного геотермального акумулювання в комбінації з системою виробництва та споживання водню [Текст] // Відновлювана енергетика. – № 3 (62). – С. 70–88. – doi: 10.36296/1819-8058.2020.3(62). 70–88
6. Малкін, Е.С. Теплоакumuлюючі електропечі. Термінологія і класифікація [Текст] / Е.С. Малкін, О.В. Лисак // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). – 2014. – № 3. – С. 69–74.
7. Salimshirazi, A. Transient heat transfer in vertical ground heat exchangers. Doctoral Thesis, Ecole Polytechnique de Montreal, Canada. 2012. [Online document]. Url: https://publications.polymtl.ca/908/1/2012_AliSalimshirazi.pdf. Date of application: 07.09.2020