

DOI: <https://doi.org/10.15276/ict.01.2024.53>

УДК 697.27

Аналіз теплотехнічних характеристик термоелектричної плівкової системи опалення

Недбайло Олександр Миколайович^{1, 2)}

Д-р техніч. наук, старший науковий співробітник, професор каф. Теплової та альтернативної енергетики
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1416-9651>; nedbailo.oleksandr@iit.kpi.ua. Scopus Author ID: 55657185900

Власенко Ольга Володимирівна²⁾

Д-р філософії, асистентка каф. Теплової та альтернативної енергетики
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8975-0873>; olgakysak7@gmail.com. Scopus Author ID: 57497407100

Мошков Олександр Сергійович²⁾

Магістрант каф. Теплової та альтернативної енергетики
E-mail: verblydator@gmail.com

¹⁾ Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Булаховського, 2, корп. 2. Київ, 03164, Україна

²⁾ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», вул. Політехнічна, 6. Київ, 03056, Україна

АНОТАЦІЯ

Сучасні світові тенденції в підвищенні енергетичної ефективності систем теплозабезпечення, зокрема, спрямовані на децентралізацію постачання теплоти споживачам, а також передбачають використання низькотемпературних опалювальних систем. В Інституті технічної теплофізики НАН України спільно із фахівцями кафедри теплової та альтернативної енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» проведені наукові дослідження та аналіз основних теплотехнічних характеристик електротермічної плівкової системи опалення (модель ZHDM-WM-220-180/225/270) та комплектуючих до неї виробництва ZHONGHUI (HEILONGJIANG) UNDERGROUND HEATING CORPORATION (Китайська народна республіка). Наведені результати дослідження основних теплотехнічних характеристик термоелектричної плівкової системи опалення. Аналіз конструкції тепловиділяючого мату показав відносно високу надійність його складових та прийнятні експлуатаційні характеристики для різних об'єктів житлово-комунального господарства.

Ключові слова: електротермічна плівкова система опалення; система теплозабезпечення

Актуальність. Загальна енергетична ефективність будівлі невід'ємно залежить від використання сучасних інженерних систем. Нажаль, в Україні не повністю сформована нормативно-регуляторна документальна база, що регламентує методики розрахунку основних параметрів теплового режиму приміщень різного призначення із використанням, наприклад, термоелектричної плівкової системи опалення тощо.

Огляд літератури. В збірці наукових праць [1] наведені основні технологічні та експлуатаційні переваги використання низькотемпературних електричних підлогових систем опалення.

Вступ. Новітні системи теплозабезпечення енергоефективних будівель, в багатьох випадках, є комбінованими із високим ступенем автоматизації керування параметрами процесів підтримання норм температурно-вологісного режиму приміщень. Насамперед, це досягається використанням термостатичного керування нагріванням поверхні опалювальної системи, в тому числі верхнього шару підлоги, під якою доцільно розміщувати технологічні елементи термоелектричної плівкової системи.

Постановка завдання полягала у проведенні тепловізійного обстеження зразку термоелектричної плівкової системи з подальшим порівнянням її якісних характеристик із такими, що зазначені виробником.

Така продукція призначена для використання в системах опалення приміщень різного призначення в об'єктах житлово-комунального господарства та соціально-побутової сфери. Виріб відноситься до класу низькотемпературних акумуляційних систем опалення, в яких основним механізмом тепловіддачі є радіаційна складова (до 70 %) теплообміну в діапазоні інфрачервоного випромінювання з довжиною хвиль (9-12 мкм) при максимальній температурі поверхні тепловиділяючого елемента до 50°C.

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.uk>)

Конструкція виробу представлена у вигляді мату (пропонується типоряд із різними розмірами) з гідроізоляційною (РХ 7) полівінілхлоридною термостійкою оболонкою, в якому розміщується електронагрівальний плівковий елемент. Між електроізоляційними шарами багатошарової плівки з поліетилентерефталату (майлару) нанесені електропровідні хвилеподібні смуги (для зменшення лінійної температурної деформації), виконані з вуглецевмісного матеріалу (оригінальний склад виробника), який при проходженні по ньому електричного струму виділяє тепло. Розподіл струму смугами забезпечується шляхом їх паралельного контакту з двома мідними плоскими провідниками, які розташовані по бокових краях плівки. Надійність електричних контактів при цьому забезпечується подвійним нероз'ємним заклепочним з'єднанням (має тривалий термін експлуатації без збільшення локального електроопору, що може призвести до можливої термодеструкції провідників), а також додатковим електроізоляційним вініловим покриттям (що також запобігає їх механічному пошкодженню). Поліетилентерефталат при цьому має стійкі гідро- та електроізоляційні властивості в широкому діапазоні температур, що цілком виправдовує його застосування в даній системі. При цьому матеріал плівки та її товщина допускають деформативний згинальний вплив без критичного пошкодження струмопровідних елементів. Обидві сторони плівкового електронагрівального елемента клейовим способом покриті шаром алюмінієвої (теплопровідної) фольги, що значно покращує теплорозподіл за його поверхнею, а також екранування від слабкого електромагнітного випромінювання, що виникає при проходженні струму по смугах. У комплекті постачаються з'єднувальні електричні кабелі з мідними багатожильними провідниками відповідного перерізу та гідро захищеними сполучними роз'ємами, а також електронний блок керування температурними режимами роботи та забезпечення безпеки експлуатації даної системи опалення. Нагрівальні мати призначені для їх розміщення під різними покриттями для підлоги (дерев'яні, керамічна плитка, ламінат та ін.) в приміщеннях на попередньо теплоізолюваній поверхні (шар не менше 30 мм теплоізоляції з екструдованого пінополістиролу). Над розстеленими, згідно з конфігурацією приміщення та перевагами споживача, матами виконується стяжка (товщиною до 40 мм) на основі цементних будівельних сумішей та фінішне оздоблення. Шар стяжки виконує функцію акумуляування теплоти та рівномірного розподілу теплоти поверхнею підлоги. Лужна руйнівна дія будівельних сумішей, при їх заливанні на фольговану поверхню плівки та електричні контакти, повністю виключена за рахунок їхньої відповідної гідроізоляції.

Управління ввімкненням нагрівальних матів як в окремому приміщенні, так для будівлі в цілому, може здійснюватися в автоматичному режимі за допомогою інтерфейсу користувача (включаючи дистанційне). Номінальними характеристиками для електричного живлення даної системи є промислова мережа з напругою 220-240В і частотою 50 Гц. Розрахункове значення густини теплового потоку може становити 80...160 Вт/м² в залежності від необхідної температури повітря в приміщенні та його теплових втрат, що покриває всі класи Європейської класифікації енергоефективності будівель (ДБН В.2.6-31:2021).

Проведені тепловізійні обстеження температури поверхні (тепловіддавальної здатності) зразка даної продукції (мат з розмірами 400x350x0.95 мм із фрагментом плівки, що виділяє тепло, з розмірами 300x300x0,32 мм) при температурі повітря 22.0°C в лабораторному невентильованому приміщенні. На Рис.1 та Рис.2 представлені термограми (ліворуч) та фотографії (праворуч) об'єктів, отримані за допомогою тепловізора Testo 875-2 (серійний номер 2330038, стандартний об'єктив 32°, згідно з методикою EN 13187, похибка вимірювання температури поверхні $\pm 2^\circ\text{C}$), при максимальній споживаній електричній потужності мату 24.8 Вт. Вимірювання потужності проводилося за допомогою аналогового вимірювального комплексу К-50. При цьому електрична напруга живлення становила 219.1 В.

На Рис. 1 максимальна температура на поверхні мату склала 54.9°C.

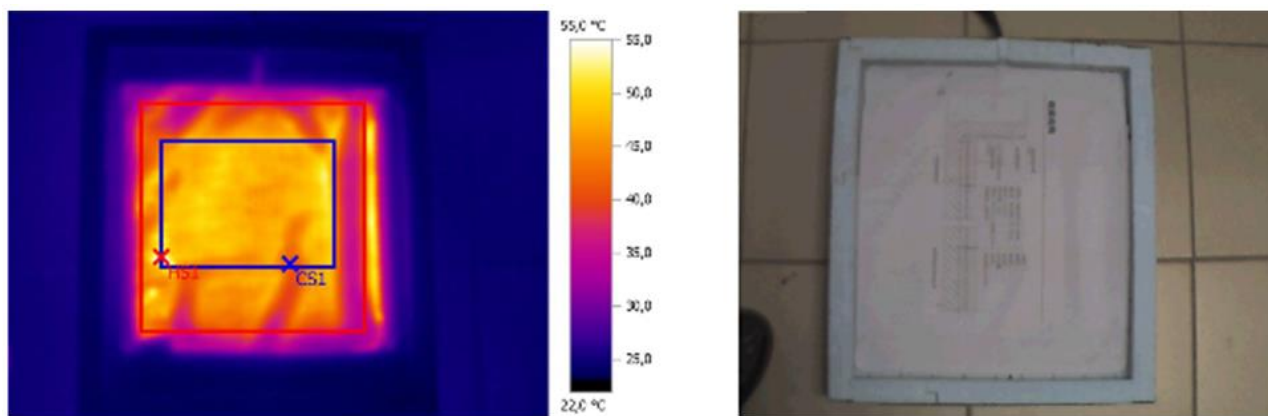


Рис. 1. Термограма мату в гідроізоляційній оболонці

Нерівномірність поверхневого поля температури пояснюється нещільним приляганням гідроізоляційної оболонки до тепловідляючого фрагмента плівки. У технології монтажу це повністю виключено через вплив зверху на мат ваги цементного розчину стяжки (притискання оболонки зменшує загальний термічний опір мату).

На Рис. 2 максимальна температура на поверхні мату склала 56.1°C .

Очевидно відносно рівномірне розподілення температури по поверхні тепловідляючого фрагмента в місці його фольгування. Такий режим сприяє зменшенню термічних деформацій та можливої деструкції плівки у місці їх виникнення.

Рис. 3 є термограмою поверхні стяжки підлоги з фрагментом системи опалення, виконаний при тих же вихідних умовах і параметрах експерименту. Фрагмент теплоізолюваний знизу та боків екструдованим пінополістиролом завтовшки 30 мм для мінімізації периферійних теплових втрат. Відзначається рівномірний розподіл температури поверхнею ділянки підлоги над нагрівальним елементом (зниження механічних напружень внаслідок температурної деформації стяжки, менший ризик тріщиноутворення в підлозі під час експлуатації системи). Максимальна температура поверхні при цьому склала $42,5^{\circ}\text{C}$ після 5 годин безперервного включення.

Висновки. Аналіз конструкції тепловідляючого мату показав відносно високу надійність його конструкції та прийнятні експлуатаційні характеристики стосовно різних об'єктів житлово-комунального господарства.

Проведені експериментальні дослідження теплотехнічних характеристик дають підстави рекомендувати термоелектричну плівкову систему опалення для широкого використання для опалення приміщень різного призначення як енергоефективну альтернативу існуючим інженерним системам.

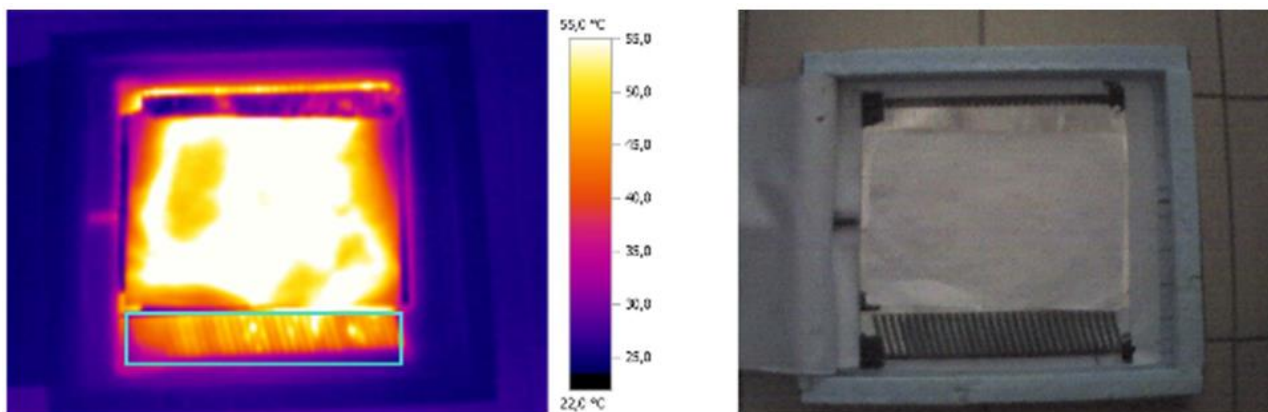


Рис. 2. Термограма мату без гідроізоляційної оболонки

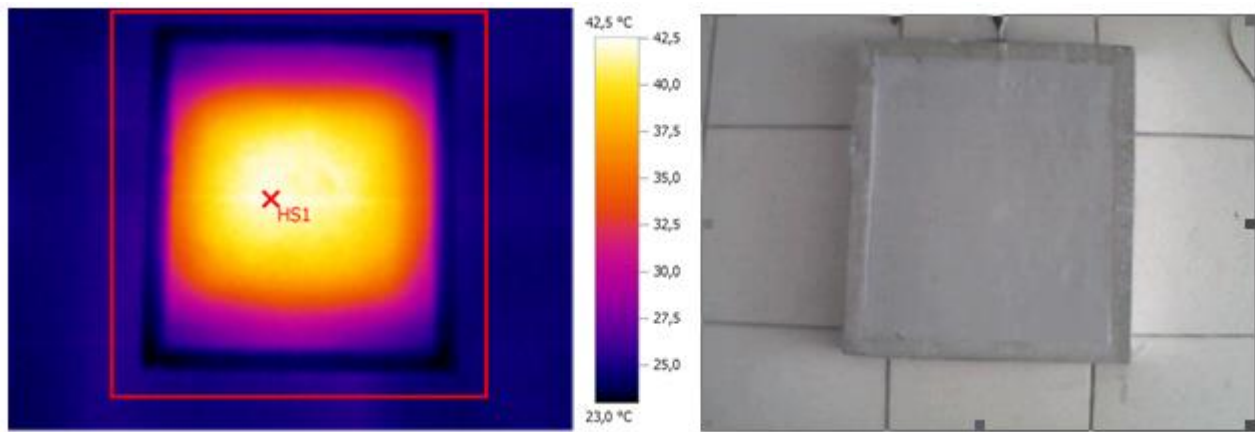


Рис. 3. Термограма поверхні стяжки підлоги із фрагментом системи опалення

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. «Електротеплоаккумуляційне опалення гріючою підлогою». (Зб. статей під ред. Д. І. Розинського). Київ, Україна. ІТТФ НАН України. НВП «Елетер».

DOI: <https://doi.org/10.15276/ict.01.2024.53>

UDC 697.27

Analysis of thermotechnical characteristics of the thermoelectric film heating system

Oleksandr M. Nedbailo^{1,2)}

Dr.Sc., Senior researcher, Professor, Department of Thermal and Alternative Energy

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1416-9651>; nedbailo.oleksandr@iit.kpi.ua. Scopus Author ID: 55657185900

Olha V. Vlasenko²⁾

PhD, Assistant, Department of Thermal and Alternative Energy

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8975-0873>; olgakytsak7@gmail.com. Scopus Author ID: 57497407100

Oleksandr S. Moshkov²⁾

Master, Department of Thermal and Alternative Energy

E-mail: verblydator@gmail.com

¹⁾ Institute of Technical Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, 2, Bulakhovskogo Str., building 2, Kyiv, 03164, Ukraine

²⁾ National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 6, Polytechnic Str. Kyiv, 03056, Ukraine

ABSTRACT

Modern world trends in increasing the energy efficiency of heat supply systems, in particular, are aimed at decentralizing the supply of heat to consumers, and also involve the use of low-temperature heating systems.

The Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine together with the specialists of the Department of Thermal and Alternative Energy of the National Technical University of Ukraine “Igor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute” carried out scientific research and analysis of the main thermal characteristics of the electrothermal film heating system (model ZHDM-WM-220-180 /225/270) and accessories for it manufactured by ZHONGHUI (HEILONGJIANG) UNDERGROUND HEATING CORPORATION (People's Republic of China).

The results of the study of the main thermal technical characteristics of the thermoelectrical film heating system are given. The analysis of the design of the heat-dissipating mat showed relatively high reliability of its components and acceptable operational characteristics for various objects of the housing and communal economy.

Keywords: Electrothermal film heating system; heat supply system