

УДК621.3

О.М.Суржик (Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ)

## Експериментальне дослідження на довговічність композиційних матеріалів колекторів сонячної енергії

*Проведено експериментальні дослідження на довговічність композиційних матеріалів колекторів сонячної енергії на основі вуглецю та наповнювачів. Бібл. 1, табл. 1.*

**Ключові слова:** сонячний колектор, композиційний матеріал, довговічність.

ORCID 0000 – 0002 – 7403 – 8584

**Вступ.** З часом виникають незворотні зміни властивостей композиційних матеріалів (КМ) сонячних колекторів (СК) внаслідок хімічних та фізичних перетворень, які відбуваються при їх переробці, збереженні та експлуатації, що впливає на їх придатність до використання. Оскільки КМ знаходяться в контакт з оточуючим середовищем, яке характеризується змінними значеннями відносної вологості, тиску, температури та інтенсивності сонячної радіації, необхідно враховувати вплив і цих факторів.

Експериментальні дослідження на довговічність проводилися з метою визначення терміну служби композиційного матеріалу абсорбера сонячного колектора (СК) у природних кліматичних умовах і здатності конструкції зберігати до кінця експлуатаційного періоду в заданих умовах запас міцності, необхідний для збереження їх функціональних властивостей.

**Методика експериментальних досліджень.** Для визначення впливу сонячного випромінювання (зокрема, його короткохвильового складу), підвищеної температури оточуючого середовища, а також гідростатичного тиску рідкого середовища на довговічність абсорбера СК у процесі випробувань вимірювалися наступні параметри: температура в термокамері штучної погоди; кількість енергії випромінювання, що надходить від джерела випромінювання на одиницю поверхні зразка; температура і тиск внутрішнього рідкого середовища експериментального зразка; час випробувань (у т.ч. і до руйнування зразка).

У зв'язку з довготривалістю випробувань експериментальних зразків у природних умовах використовувалися прискорені методи досліджень, де 1000 годин старіння зразка в штучних умовах відповідали 10 рокам у природних умовах. Відповідно до існуючої методики прискорення випробування імітувались умови помірного клімату. Умови експериментальних досліджень, їх послідовність, конструкція експериментальної установки та характеристики контрольно-вимірювальних приладів наведені в [1].

**Результати експериментальних досліджень.** Експериментально досліджувались абсорбери СК із композиційних матеріалів для колекторів сонячної енергії, які включали базову складову, наповнювачі та зв'язуючі: Б – базова складова: матово-чорний графіт (алотропна модифікація вуглецю),  $\lambda = 119$  Вт/м·К; Н – наповнювачі: алюмінієвий дріб (діаметр 1,5 мм), гумова крихта (діаметр 1-1,5 мм); З – зв'язуючі: смола поліефірна ПН-21, нафтенат кобальту в стиролі, гіперіз. Алюмінієвий дріб сприяє збільшенню жорсткості матеріалу, а гумова крихта забезпечує його еластичність та гнучкість. При складанні рецептури строго дотримувались порядку введення компонент: у 100 м.ч. (масових частин) смоли ПН-21 та базової складової (співвідношення 1/1) треба ввести наповнювачі, а потім додати розчин нафтенату кобальту в стиролі (5 м.ч.). Все швидко перемішати, після чого ввести гіперіз (4 м.ч.), не допускаючи змішування нафтенату кобальту з гіперізом за межами композиції. Умови затвер-

діння матеріалу: холодне затвердіння протягом 24 годин. Експериментально досліджувалась довговічність наступних зразків композиційних матеріалів:

**Зразок №1.** Б – базова складова: матово-чорний графіт; Н – наповнювач: алюмінієвий дріб (діаметр 1,5 мм), концентрація  $m$ , %; З – зв’язуючі: поліефірна смола ПН-21 + 5 м.ч. нафтенату кобальту + 4 м.ч. гіперізу;

**Зразок №2.** Б – базова складова: матово-чорний графіт; Н – наповнювач: гумова крихта (діаметр 1-1,5 мм), концентрація  $m$ , %; З – зв’язуючі: поліефірна смола ПН-21 + 5 м.ч. нафтенату кобальту + 4 м.ч. гіперізу.

Також експериментально досліджувалась довговічність матеріалу із цементно-піскової суміші у співвідношенні 1:3 із наповнювачем – металевий дріб діаметром 1,8 мм (концентрація 40%) та світлостійким залізоокисним пігментом для бетону (концентрація 10%). У процесі експериментальних досліджень прискореним методом було визначено, що ці експериментальні зразки матеріалів різної товщини (від 7 мм до 300 мм) були без ознак руйнування протягом 20 років експлуатації.

У процесі експериментальних досліджень композиційних матеріалів на основі вуглецю (зразки №1 та №2) встановлено, що досліджувані зразки абсорбера СК в результаті дії на них світла стають більш крихкими. Виникнення крихкості може бути наслідком розриву основного ланцюга, фотоініційованої кристалізації або утворення поперечних хімічних зв’язків. У процесі дослідження впливу концентрації наповнювача матеріалу на температуру крихкості встановлено, що температура крихкості мало змінюється при наповненні композиту, якщо вміст наповнювача не перевищує 50%. Збільшення кількості наповнювача, що вводиться, до 55-60% супроводжується зниженням температури крихкості і відповідно зменшенням терміну експлуатації (таблиця 1).

**Таблиця 1.** Вплив концентрації наповнювача та товщини матеріалу на термін його експлуатації

Композиційний матеріал №1			
Концентрація наповнювача $m$ , %	Товщина експериментального зразка 2 мм	Товщина експериментального зразка 5 мм	Товщина експериментального зразка 10 мм
	Термін експлуатації, років		
30%	6	15	18
50%	5	14	18
60%	2	7	15
70%	1	4	10
Композиційний матеріал №2			
Концентрація наповнювача $m$ , %	Товщина експериментального зразка 2 мм	Товщина експериментального зразка 5 мм	Товщина експериментального зразка 10 мм
	Термін експлуатації, років		
30%	6	15	15
50%	5	14	15
60%	2	7	11
70%	1	4	6

Оскільки ультрафіолетове випромінювання в першу чергу викликає зміну хімічної структури у поверхневих шарах наповненого композиційного матеріалу, то ступінь впливу цього процесу на властивості матеріалу при старінні буде залежати і від товщини матеріалу. Старіння досліджуваного композиційного матеріалу товщиною 2 мм і 10 мм якісно відрізняється. Оскільки при фотоокисленні основні зміни відбуваються в тонкому поверхневому шарі, у внутрішніх шарах утворюється дуже незначна кількість продуктів окислення, а їх концентрація зменшується з віддаленням від поверхні у глибину досліджуваного зразка (таблиця 1).

**Висновки.** В результаті експериментального дослідження довговічності композиційних матеріалів на основі вуглецю методом прискорених випробувань встановлено, що на довговічність матеріалу значно впливає концентрація введеного наповнювача і товщина матеріалу. Збільшення кількості введеного металевого наповнювача до 55-60%, а також зменшення товщини матеріалу до 2 мм призводять до значного зменшення терміну його експлуатації.

1. Суржик Т.В. Экспериментальные исследования абсорбера полимерных солнечных коллекторов на долговечность // *Відновлювана енергетика*. – № 1. – 2008. – С. 25–29.

## REFERENCES

1. Surzhyk T.V. Experimental study absorber polymer solar collectors durability // *Renewable energy*. – №1 – 2008. – Pp. 25–29 (Ukr).

**А.Н.Суржик** (Институт возобновляемой энергетики НАН Украины, Киев)

**Экспериментальное исследование на долговечность композиционных материалов коллекторов солнечной энергии**

*Проведены экспериментальные исследования на долговечность композиционных материалов коллекторов солнечной энергии на основе углерода и наполнителей. Библ. 1, табл. 1.*

**Ключевые слова:** солнечный коллектор, композиционный материал, долговечность.

**О.М.Суржык** (Renewable Energy Institute of NAS of Ukraine, Kyiv)

**Experimental study on the durability of composite materials collectors of solar energy**

*Experimental studies have been conducted on the durability of composite materials Solar energy and carbon-based fillers. Reference 1, table 1.*

**Keywords:** solar collector, composite, durability.

## SYNOPSIS

Experimental research on durability conducted to determine the life of the composite material absorber solar collector (SC) under natural climatic conditions; the ability of the design to keep operating until the end of the period specified in the terms of the margin needed to preserve functional properties. SK investigated absorbers made of composite materials for solar collectors, which included basic component, fillers and binders. During the tests measured: temperature in a heat chamber of artificial weather; energy radiation coming from the radiation source unit sample surface; temperature and pressure of the internal liquid medium experimental design; including the test and the destruction of the sample.

Стаття надійшла до редакції 07.06.16

Остаточна версія 14.06.16

УДК 621.472

**Л.И.Кныш**, докт.техн.наук (Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара, Днепропетровск)

**Программный модуль для комплексного исследования энергопереноса в теплоприёмниках солнечных параболоцилиндрических станций**

*Предлагается алгоритм расчета геометрических, динамических и энергетических параметров системы приёма параболоцилиндрических солнечных станций. Алгоритм базируется на фрагментарном мультифизическом подходе, основанном на взаимодействии нескольких методик, различных по своей математической сути. Предлагаемый программный продукт может заменить достаточно громоздкие и дорогостоящие вычисления на основе стандартных пакетов, обеспечить максимально быстрое взаимодействие между основными расчётными блоками и проведение множества численных экспериментов по нахождению параметров системы, близких к проектным. Библ. 9, рис. 1.*

**Ключевые слова:** солнечная параболоцилиндрическая станция, система приёма солнечного излучения, концентратор, трубчатый теплоприёмник, мультифизический подход.

ORCID 0000-0003-3525-4804

**Введение.** Поступательное развитие солнечной энергетики на данном этапе уже практически не зависит от конъюнктуры цен на энергоносители, политических и социальных изменений и других факторов, далёких от науки и технического прогресса. Следует отметить, что в мировой возобновляемой энергетике в большей или

меньшей мере востребованы все типы преобразования солнечной энергии, базирующиеся на кардинально разных методах и подходах. "Солнечные" проекты, как правило, инвестируются частными компаниями, поэтому, зачастую, выбор типа предлагаемых систем зависит от апробированности данной технологии в проектной компании.

© Л.И.Кныш, 2016