

## **Розробка та дослідження ефективної автономної сонячної водонагрівальної установки нового типу на основі теплових труб**

## **Разработка и исследование эффективной автономной солнечной водонагревательной установки нового типа на основе тепловых труб**

## **Research and Development on High Performance Solar Water Heating Plant of the New Kind and Containing Heat Pipes as a Core**

**Номер державної реєстрації теми - : 0109U001512.**

**1. Науковий керівник -** к.т.н., ст. наук. співр. Рассамакін Б.М., Рассамакін Б.М., Rassamakin Boris M.

**2. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Об'єктом розробки є автономна акумуляційна установка нового типу для нагріву побутової води за рахунок сонячної енергії, а предметом розробки - новий тип сонячного колектора на основі високоефективних теплопроводів – теплових труб.

Головна проблема, на вирішення якої спрямовано розробку це низька ефективність відбору теплоти від теплосприймаючої поверхні сонячних колекторів водонагрівальних установок українського виробництва. Це пов'язано з високим термічним опором джерелосток теплоти, а також з великим гідравлічним опором та з недостатньо рівномірною течією рідини в трубах. У зв'язку з цим, в останній час, закордонні фірми розробляють високоефективні водонагрівальні установки нового типу з сонячними колекторами на основі теплових труб, які мають суттєві переваги у порівнянні з колекторами звичайних конструкцій. Але в Україні вітчизняними підприємствами сонячні водонагрівальні установки з тепловими трубами не виробляються.

Основні результати: розроблені, виготовлені та досліджені нові перспективні конструкції алюмінієвих профільних теплових труб для сонячного колектору автономної акумуляційної установки. Проведені експериментальні дослідження їх теплотехнічних характеристик та отримані нові дані по максимальній тепловій потужності теплових труб (не менше 300 Вт) та термічного опору ( не перевищує 0,1 К/Вт). Вперше виконано математичне моделювання температурного поля дослідних зразків, призначених для використання в сонячному колекторі автономної акумуляційної водонагрівальної установки.

Вперше в Україні розроблений та виготовлений діючий макет сонячної автономної акумуляційної водонагрівальної установки нового типу на основі теплових труб, яка працює без витрат електроенергії. В натурних умовах проведені експериментальні дослідження теплотехнічних характеристик макета, в результаті яких встановлені його основні теплотехнічні параметри:

- час нагріву води в акумуляційному баку з 20°C до 40 °C при густині теплової радіації  $950 \text{ Вт/м}^2 \pm 50 \text{ Вт/м}^2$  - 3,5 години;

- максимально досяжна температура води в акумуляційному баку (в літній період) – 67 °C;

- тепла ефективність водонагрівальної установки (ККД) знаходиться в діапазоні від 0,5 до 0,65.

**(рос.)**

Объектом разработки является автономная аккумуляционная установка нового типа для нагрева бытовой воды за счёт солнечной энергии, а предметом разработки - новый тип солнечного коллектора на основе высокоэффективных теплопроводов – тепловых труб. Впервые в Украине изготовлен действующий макет установки, которая функционирует без использования электросенергии, рабочее значение её тепловой эффективности находится в диапазоне от 0,5 до 0,65, а максимально достижимая температура нагреваемой воды - 67 °C

**(англ.)**

Autonomous storage plant of the new kind for domestic water heating by means of solar energy is the object of the development, and solar thermal collector of the new kind, which contains high-performance heat transfer devices – heat pipes as a core, is the subject of the development. For the first time in Ukraine operating mock-up of the plant, which functions without electric power consumption, has been manufactured; its working thermal efficiency value is within 0.5 – 0.65, and maximal obtainable temperature value of the heated water is 65 C deg.

### **3. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

1. Деклараційний патент України № 72 866. Акумулятор сонячної енергії / Рассамакін Б.М., Заріпов В.К., Хайрнасов С.М., Рассамакін А.Б. Бюл. №4 від 15.04.2005.

2. Український патент на корисну модель № 50119 „Водонагрівальна установка з сонячним колектором (кл. МПК F24J 2/00) / Рассамакін Б.М., Хайрнасов С.М., Заріпов В.К., Хмельов Ю.А., Фридрихсон Ю.А. Бюл. №10 від 25.05.2010.

### **4. Порівняння зі світовими аналогами.**

Огляд геліообладнання, яке виробляється у світі, показує, що в Україні, в основному, продаються імпортні водонагрівальні сонячні установки та сонячні колектори фірм: JUNKERS, VISSMAN, VAILLANT, SOLARPOL, THERMOSOLAR та ін. Особливість, що відрізняє їх від інших виробів, це не тільки висока ефективність (ККД від 0,65 до 0,7) але і дуже висока ціна. Так один сонячний колектор на теплових трубах коштує від 800 до 1200 дол. США за один квадратний метр теплосприймаючої поверхні, а установка – 1 500 - 2 500 дол. США/м<sup>2</sup>. Геліообладнання виробництва німецької фірми ТЕРМОСОЛАР с селективними сонячними колекторами „СК ГЕЛІОСТАТ”, що не мають теплових труб, коштує більш ніж 300 дол США/м<sup>2</sup>.

В Росії функціонує компанія "Термосол-Рус" - дистриб'ютор датської компанії THERMO-SOL, яка виробляє системи автономного гарячого водозабезпечення, сонячні колектори яких мають скляну теплоізоляцію з вакуумних труб. Ціна однієї сонячної установки складає від 3 000 до 5 000 долл. США.

В Україні сонячні водонагрівальні установки з використанням вітчизняних теплових труб не виробляються взагалі.

Традиційні типи установок (без теплових труб) виробляються або сумісними підприємствами, як українсько-німецьке СП «АПОГЕЙ» (м. Київ), інженерними центрами, як ПКП „СИНТЭК” (м. Запоріжжя), або українськими малими підприємствами: «Електрон» (м. Одеса), ТПК «АФРОС» (м. Севастополь) та ін. Сонячні установки, які виробляються такими СП, збираються на основі імпортних комплектуючих, тому дорого коштують, а установки виробництва малих підприємств – малоефективні (термічний опір теплосприймаючої панелі – 1÷3 °С/Вт) та ненадійні в експлуатації. В цих установках теж використовуються деякі комплектуючі імпортного виробництва (наприклад, спеціальний насос).

Таким чином, закордонні сонячні водонагрівальні установки, по ціні, недоступні для більшості населення України, а установки вітчизняного виробництва мають низьку якість, ефективність та надійність роботи, що обумовлено:

- 1) низькою ефективністю відбору теплоти від теплосприймаючої поверхні;
- 2) їх значним гідравлічним опором, що вимагає застосування насосів;
- 3) нерівномірною течією рідини в трубах.

Перевага розробки над аналогами полягає у використанні в якості теплосприймаючих і теплопередаючих елементів (сонячних колекторів) теплових труб, виготовлених з дешевих алюмінієвих сплавів. Це дозволило створити водонагрівальну автономну сонячну установку принципово нового типу, яка не має вищевказаних недоліків традиційних установок та виготовляється з комплектуючих виключно вітчизняного виробництва.

### **5. Економічна привабливість для просування на ринок**

Дешеві та доступні для населення автономні сонячні установки на теплових трубах для нагріву води без використання електроенергії та інших видів енергії (крім сонячної) економічно привабливі з точки зору просування на ринок.

Конкурентноспроможність продукції базується на зниженні вартості сонячних водонагрівальних установок за рахунок використання алюмінію і відмови від застосування насосів і систем регулювання, та підвищення теплової ефективності, завдяки низькому термічному опору теплосприймаючої поверхні. Конструкція установки значно дешевша та краща за існуючі в Україні аналоги, і не передбачає використання імпортного обладнання та комплектуючих елементів. Орієнтовна ціна створеної водонагрівальної установки при її виробництві від 1 200 до 1 500 грн.

Інвестиційна привабливість полягає у створенні нової технології виробництва водонагрівальних установок, які використовують екологічно чисте поновлюване джерело енергії, без використання інших (традиційних) джерел енергії.

## **6. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Автономні сонячні акумуляційні установки для нагріву води без використання електроенергії та інших видів енергії (крім сонячної) можуть використовуватись у побуті, особливо, у сільській місцевості, або у місцевості де мають місце постійні перебої у постачанні електроенергії. Можливе використання продукції у житлово-комунальній сфері з метою економії традиційних енергоресурсів.

## **7. Стан готовності розробки.**

Виготовлений діючий макетний зразок сонячної акумуляційної водонагрівальної установки та досліджені його теплотехнічні характеристики, є ескізна конструкторська документація.

## **8. Існуючі результати впровадження.**

Пропонується використати результати науково-дослідної роботи для розробки дослідного та дослідно-промислового зразків сонячних автономних водонагрівальних установок на основі алюмінієвих профільних теплових труб та провести їх промислові випробування в натурних умовах.

## **9. Назва організації, телефон, E-mail**

НТУУ"КПІ", Теплоенергетичний факультет, кафедра атомних електричних станцій та інженерної теплофізики, Лабораторія теплових труб. Тел. 406-83-66.

## **10. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки**

1. Хайрнасое С.М. Экспериментальное исследование эффективного плоского солнечного коллектора на тепловых трубах // Відновлювана енергетика. – 2010. – №2 (21). – С. 35-39.

2. Рассамакин Б.М., Хайрнасое С.М., Зарипов В.К., Рассамакин А.Б.. Солнечная водонагревательная установка с высокоэффективными типами коллекторов на основе алюминиевых тепловых труб // Нова тема. – 2010. – №3 (26). – С. 27-29.

3. Рассамакин Б.М., Мусий Р.И., Хайрнасое С.М. Разработка плоского солнечного коллектора на тепловых трубах и селективного покрытия для повышения его эффективности // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2010. – №1 (26). – С. 74-82.

4. Мусий Р.И., Хайрнасое С.М., Семенюк І.В., Гальчак В.П., Сиротюк С.В. Розробка та дослідження вітчизняних ефективних покриттів для поглинаючої поверхні сонячних теплових колекторів // Відновлювана енергетика. – 2010. – №4 (23).

5. Рассамакин Б.М., Хайрнасое С.М., Фролов Г.А., Рассамакин А.Б.. Солнечная установка для подогрева воды на базе тепловых труб.- Шестая международная конференция «Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий», Большая Ялта, 20-24 сентября, 2010, с. 360.

6. Rostyslav Musiy, Sergiy Khayrnasov. EMLG-JMLG Annual Meeting 2010. Complex Liquids “Modern trends in exploration, understanding and application”, Lviv, 5-9 September, 2010, с. 121.

7. Rostyslav Musiy, Boris Rassamakin, Sergiy Khayrnasov, Alexiy Zinchenko. INVESTIGATION SELEKTIVE COATINGS VIA THE METHOD OF SOL-GEL TECHNOLOGY FOR SOLAR COLLECTORS. International Symposium Devoted to the 80-th anniversary of Academician O.O. Chuiko “Modern Problems of Surface Chemistry and Physics”, Kyiv, 18-21 May, 2010, с. 318.

8. Рассамакін Б.М., Зарипов В.К., Хайрнасов С.М., Рассамакін А.Б., Матвійко І.А.. Стенд для испытаний солнечных коллекторов. Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні, Львів, 2-3 квітня 2009 рік, с. 234-238.

9. Baturkin V., A. Savchenko, V. Zaripov, C. Andraka. Some aspects of metal fibre structures development for large size high temperature heat pipes – solar receivers. International Conference “Heat Pipes for Space application”, Moscow, Russia, 15-18 September, 2009, p. 7.

10. Рассамакін Б.М., Хайрнасов С.М., Зарипов В.К., Рассамакін А.Б.. Отечественные солнечные коллекторы на основе алюминиевых тепловых труб. 10-а Міжнародна науково-практична конференція „Відновлювальна енергетика XXI століття”, Крим, 14-18 вересня, 2009, с. 175-178.

11. Мусій Р.Й., Рассамакін Б.М., Хайрнасов С.М., та ін. Розробка та дослідження вітчизняних селективних покриттів, одержаних золь-гель методом. 10-а Міжнародна науково-практична конференція „Відновлювальна енергетика XXI століття”, Крим, 14-18 вересня, 2009, с. 171-174.

12. Хайрнасов С.М., Рассамакін А.Б., Матвійко І.А., Дубровская В.В., Шкляр В.И. Исследование работы вакуумного солнечного колектора „АТТ-б15”. 10-а Міжнародна науково-практична конференція „Відновлювальна енергетика XXI століття”, Крим, 14-18 вересня, 2009, с. 179-182.