



ЕФЕКТИВНОСТ НА ПЛОСЪК СЛЪНЧЕВ КОЛЕКТОР С ОРЕБРЕНИ ТОПЛИННИ ТРЪБИ

EFFICIENCY OF FLAT SOLAR COLLECTOR WITH FINNED HEAT PIPES

Валентин М. Петков*

Технически университет - Габрово

Статията е постъпила на 26 септември 2013 г.; приета за отпечатване на 22 октомври 2013 г.

Abstract

The influence of the fin width, degree of filling in of the heat pipe and the kind of the glass cover on the instant characteristics of the flat solar collector with finned heat pipes has been investigated. The variation of the instant efficiency of the solar collector during the day hours, with solar heat flux and temperature of the intermediate coolant is presented.

Keywords: flat solar collector, finned heat pipe, instant efficiency

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В слънчевите инсталции за затопяване на битова вода се използват, най-общо, три вида колектори: плоски, вакуумно-тръбни и концентриращи слънчевата енергия. Плоският (проточен) колектор е най-често използваният. Плоският колектор с оребрени топлинни тръби, представен в тази работа, е качествено нова конструкция, която не попада в никоя от горните категории и може да се определи като комбинация от плосък и вакуумно-тръбен колектор.

Плоският колектор с оребрени топлинни тръби се състои от абсорбер, прозрачно покритие, рамка и изолация. Обикновено се използва неармирано стъкло като прозрачно покритие, тъй като то провежда голямо количество от светлината от спектъра с къси вълни. Същевременно много малка част от топлината, излъчвана от абсорбера напуска покритието (парников ефект). Като допълнение, прозрачното покритие предпазва събраната топлина да бъде отнесена от вятър. Заедно с рамката, покритието предпазва абсорбера от неблагоприятни климатични условия. Типични материали за рамка са галванизирани стомана и алуминий; понякога се използва и стъклопласт - армирана укрепена пластмаса.

Изолацията в задната част на абсорбера и по страните намалява загубата на топлина чрез топлопроводност. Изолацията е обикновено полиуретанова или минерална вата, въпреки че понякога се използват и изолационни материали с минерални фибри като стъклена вата, и др.

2. ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Слънчевите колектори работят при променливи метеорологични и експлоатационни условия. За да бъдат съпоставени и оценени качествата им, се провежда тест за определяне на ефективността им.

Като показател за качествата на всеки слънчев колектор може да служи моментната му топлинна ефективност. Характеристиките на колектора зависят от два фактора. Това са количеството на погълната енергия и топлинните загуби в околната среда. Те могат да се оценят при изпитанията на колектора за определяне на моментната топлинна ефективност (к.п.д. на колектора) при фиксирани работни условия.

3. ОПИТНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

3.1. Описание и възможности на опитната уредба

За нуждите на научната програма бе изграден изследователски стенд в който са предвидени съответни модули, елементи и измервателна техника за осигуряване на необходимите условия за реализацията ѝ.

Схема на опитната уредба и подробно описание на компонентите ѝ се намират в [1].

3.2. Методика за изпитване

Основните параметри и условия за изпитване са съобразени с изискванията на европейски стандарт EN 12975 [2,3]. Изпитваният колектор се монтира на стенда и ориентиран в посока юг и ъгъл на наклона към хоризонта равен на 45°; Тестовите измервания се реализират при квазистационарен режим; Условията на теста са близки до експлоатационните; Тестовите се провеждат при естествена слънчева радиация; Видът на междинният топлоносител е вода.

При изпитанията са определени стойностите на моментната ефективност на слънчевия колектор, за различни температурни режими и външни условия в дневния часови пояс. В процеса на изпитанието се измерват следните величини: температура на топлоносителя на входа на колектора, T_{in} , °C; температура на топлоноси-

* Тел.: 0888881990; e-mail: petkov_v@tugab.bg

теля на изхода на колектора, T_{out} , °C; температура на акумулатора, T_{res} , °C; обменен дебит на междинния топлоносител, циркулиращ през слънчевия колектор, \dot{V} , m^3/s ; плътност на потока на сумарната слънчева радиация, попаднала на повърхността на колектора, G , W/m^2 . Пресмятаните величини са определени по методика, изложена в [1].

3.3. Експериментални резултати

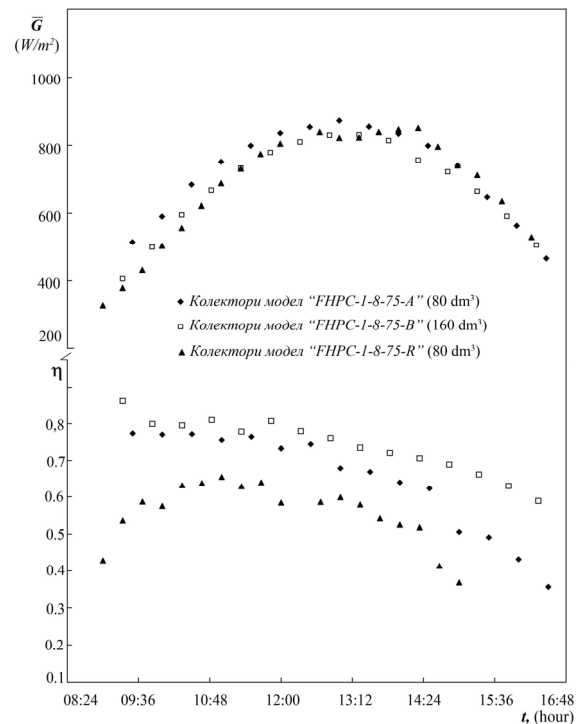
В резултат на реализираните тестови изпитания са определени моментните и интегрални характеристики на плосък слънчев колектор, състоящ се от 8 (осем) топлинни тръби, производство на фирма „Карно“, В.Търново, с размери: външен диаметър на тръбата $\varnothing 16$ mm и ширина на реброто $W = 100$ mm, облъчваемата дължина $L = 1250$ mm. Облъчваемата повърхнина на колектора е $A_{irr} = 1 m^2$, който е покрит с обикновено прозрачно стъкло. Първоначално, акумулаторът на системата е с обем от $80 dm^3$, след което е увеличен на $160 dm^3$, за да се изследва влиянието на температурата на междинния топлоносител, преминаващ през колектора върху моментната ефективност на системата. Изследваните колектори имат код “FHPC-1-8-75-A”, “FHPC-1-8-75-B” и “FHPC-1-8-75-R”.

За да определи влиянието на оптичните свойства на стъкленото покритие на колектора върху моментния к.п.д. са извършени тестови изпитания на колектор, който е покрит с релефно матово стъкло, препоръчвано като покритие на колекторната кутия. Акумулаторът на системата е с обем от $80 dm^3$.

Влиянието на степента на запълване на топлинната тръба с топлоносител върху моментната характеристика на колектора е определено чрез изследване на слънчевите колектори “FHPC-1-10-75”, “FHPC-1-10-60”, “FHPC-1-10-40” и “FHPC-1-10-90”, състоящи се от 10 (десет) топлинни тръби, производство на фирма „Карно“, В. Търново, с размери: външен диаметър на тръбата $\varnothing 16$ mm и ширина на реброто $W = 80$ mm, облъчваемата дължина $L = 1250$ mm и повърхнина на колектора $A_{irr} = 1 m^2$, който е покрит с обикновено прозрачно стъкло. Акумулаторът на системата е с обем от $80 dm^3$. Топлинната тръба съдържа, последователно, 75, 60, 40 и 90 ml от кипящия топлоносител.

В резултат на реализираните тестови изпитания са определени моментните топлинни характеристики на изследваните слънчеви колектори с топлинни тръби, като резултатите са представени на Фиг. 1-4.

На Фиг. 1 е представено изменението на потока от слънчева радиация (горната част на фигурата) и моментната ефективност на слънчевите колектори от моделите “FHPC-1-8-75-A”, “FHPC-1-8-75-B” и “FHPC-1-8-75-R” (долната част на фигурата), в различните часове от деня в часовия интервал 08:30-17:00 часа. Вижда се ясно, че слънчевият колектор “FHPC-1-8-75-B”, в сравнение с останалите колектори, има най-висок к.п.д., за всички часове от деня, при средна слънчева радиация в интервала 09:20-16:20 часа - $\bar{G} = 707 W/m^2$.



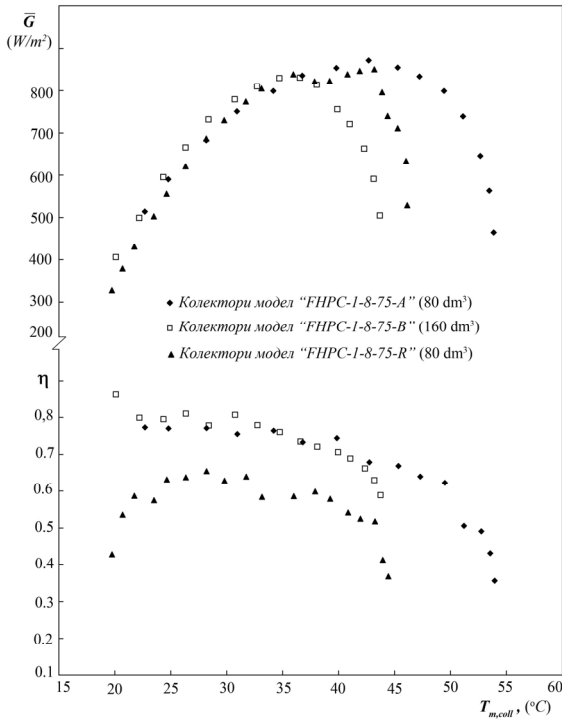
Фиг.1. Изменение на слънчевата радиация \bar{G} и моментната ефективност на слънчевия колектор η_{coll} в различните часове от деня

Слънчевият колектор “FHPC-1-8-75-B”, работи със значително по-висока ефективност от колектора “FHPC-1-8-75-A”, поради по-ниската температура на междинния топлоносител, която се поддържа в колектора, а от там и по-високата температурна разлика между температурата на кипящия агент в топлинната тръба и охлаждащият междинен топлоносител. Това води до пренасяне на по-голям топлинен поток от топлинната тръба към междинния топлоносител. Слънчевият колектор “FHPC-1-8-75-R”, обаче, показва драстично пониски стойности за к.п.д., което очевидно се дължи на лошите оптически качества на релефното стъкло.

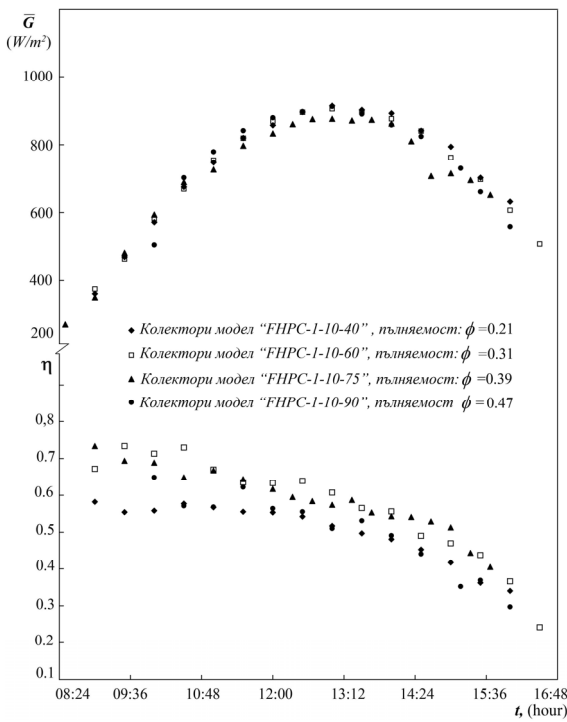
Аналогично поведение на моментния к.п.д. на колекторите се наблюдава на Фиг. 2, където изменението му е представено в зависимост от средната температура на междинния топлоносител, преминаващ през колектора.

Реализираните тестови изпитания за моментните топлинни характеристики на изследваните плоски колектори с топлинни тръби “FHPC-1-10-40”, “FHPC-1-10-60”, “FHPC-1-10-75” и “FHPC-1-10-90” са представени на Фиг. 3: - изменението на потока от слънчева радиация (горната част на фигурата) и моментната ефективност на слънчевите колектори от моделите “FHPC-1-10-40”, “FHPC-1-10-60”, “FHPC-1-10-75” и “FHPC-1-10-90” (долната част на фигурата), в различните часове от деня в часовия интервал 08:30-17:00 часа.

Вижда се ясно, че слънчевият колектор “FHPC-1-10-60”, в сравнение с останалите колектори, има най-висок к.п.д., за всички часове от деня, при средна слънчева радиация в интервала 09:00-16:30 часа - $\bar{G} = 720 W/m^2$.



Фиг. 2. Изменение на слънчевата радиация \bar{G} и моментната ефективност на слънчевия колектор η_{coll} в зависимост от средната температура на водата в колектора

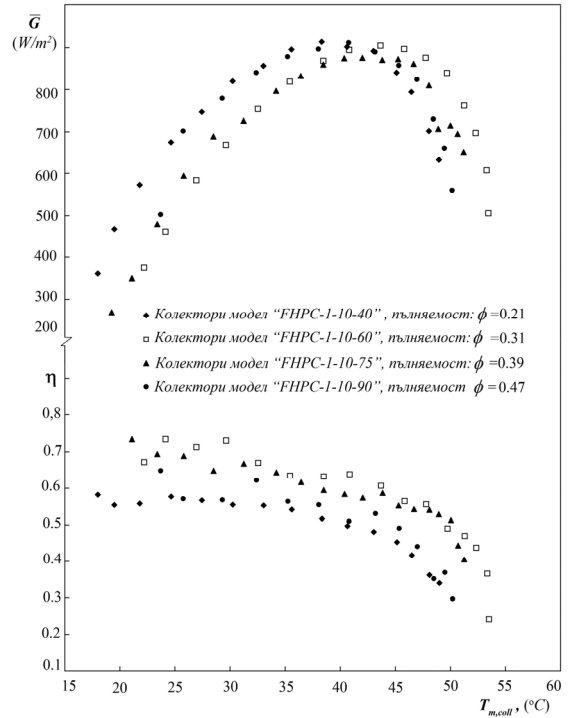


Фиг. 3. Изменение на слънчевата радиация \bar{G} и моментната ефективност на слънчевия колектор η_{coll} в различните часове от деня

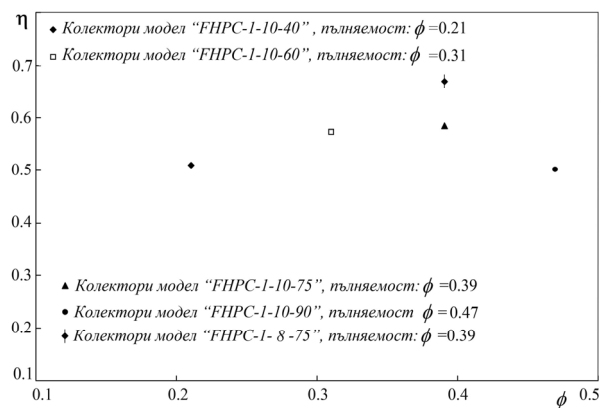
Аналогично поведение на моментния к.п.д. на колекторите се наблюдава на Фиг. 4, където изменението му е представено в зависимост от средната температура на междинния топлоносител, преминаващ през колектора.

На Фиг. 5 е показано изменението на средния интегрален к.п.д. на изследваните колектори в зависимост от степента на пълняемост на топлинните тръби

$\phi = V_l / V_{hp}$, където V_l е обема, заема от кипящия топлоносител, а V_{hp} е обема на топлинната тръба, в която кипи и кондензира пренасящия слънчева енергия кипящия топлоносител. Вижда се ясно, че за колектори от вида "FHPC-1-10" максималната ефективност се постига със степен на запълване $0.31 < \phi < 0.39$. За сравнение е показан колектор от вида "FHPC-1-8", с $\phi = 0.39$, който показва много по-голям к.п.д. от "FHPC-1-10", със същата степен на запълване $\phi = 0.39$.



Фиг. 4. Изменение на \bar{G} и η_{coll} в зависимост от средната температура на водата в колектора



Фиг. 5. Изменение на интегралния коефициент на ефективност в зависимост от степента на запълване на топлинните тръби

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Максималната стойност на моментния к.п.д. на слънчевия колектор зависи от оптичните характеристики на прозрачното покритие, в случая вида на стъклото, с

което е покрит слънчевия колектор, степента на запълване на топлинните тръби и температурната разлика между средната температура на междинния топлоносител и температурата на кипящият агент в топлинната тръба. При нарастване на интензитета и намаляване на температурната разлика между средната температура на междинния топлоносител и температурата на околната среда се увеличава ефективността на слънчевия колектор.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. Петков, Ефективност на проточен слънчев колектор с оребрени тръби, „Известия на ТУ-Габрово”, 2013. бр. 46, стр. 66-69.
- [2] Инструкция за монтаж и експлоатация на вакуумен слънчев колектор, RAY, *Топло- техника за бита*, 2006, бр. 4, стр. 55-59.

- [3] Протокол на ЦЛ СЕНЕИ при БАН, от 08.2008 г., издаден на фирма “New Solar Technologies”, гр. Шумен – „Изпитание на вакуумно-тръбен колектор”.

Информация за автора

Технически университет - Габрово,
Ул. „Хаджи Димитър” 4
5300 Габрово
Катедра „Енергийна техника”



Валентин Петков е главен асистент по термодинамика и топлопренасяне в катедра „Енергийна техника” на ТУ-Габрово. Получава магистърска и докторска степен в ТУ-Габрово. Основни научни интереси в областта на интензификация на топлообмена компактни топлообменни апарати и термодинамична оптимизация.