

ISSN 1314-2550

Топлотехника

3

**НАЦИОНАЛНО НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО
(НАЦИОНАЛЕН КОМИТЕТ) ПО ТММ**

ТОПЛОТЕХНИКА

ГОДИНА 3, КНИГА 1, 2012

ИЗДАТЕЛСТВО НА ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА

СЪДЪРЖАНИЕ

К. Орманджиев, М. Райкова, Н. Стефанов Моделиране на динамичните процеси в топлообменен апарат тип „тръба в тръба”.....3	3
П. Костов, Н. Кръстев, Д. Ангелова Изследване на инжектирана радиална струя при изотермични условия.....8	8
В. Обретенов, Г. Табаков Изследване и анализ на характеристиките на хидроагрегатите във ВЕЦ”Бързия”.....12	12
В. Обретенов, Ц. Цалов, Т. Чакъров Синтез на лопатъчни системи за вятърни турбини с хоризонтална ос.....16	16
И. Ангелов, Н. Станчев Електрохидравлична позиционна следяща система за листово-развалцовачна линия...20	20
И. Ангелов, Д. Танева Дигитални хидравлични системи - начини на управление, компановка и предимства.....24	24
И. Ангелов, П. Кьоргогов Алгоритъм за изследване на хидростатична трансмисия за ветрогенераторни съоръжения.....28	28
И. Ангелов, А. Митов Анализ на динамичните характеристики на налягането в система с бързопревключващ разпределител с дигитално управление.....32	32
Р. Янков Влияние на относителната плътност на твърда частица върху напречното ѝ преместване в стабилизирани гранични слоеве на възходящо равнинно течение.....38	38
А. Ташев, М. Минчев, Д. Атанасов Изследване на слънчевото покритие при сушене на картофи в слънчева конвективна сушилна с комбинирано енергозахранване.....42	42
Х. Христов, Н. Ангелов, К. Костов Изследване кинетиката на нискотемпературно сушене на гъби в термопомпена сушилна.....46	46
Х. Христов, Н. Ангелов, К. Костов Екологични аспекти при използването на хладилни агенти.....51	51
П. Костов, К. Атанасов, С. Калчев, Ч. Николов Определяне на топлинните загуби в топлопроводи чрез използване на термовизионна камера.....56	56
В. Николов, К. Амбарев Изследване влиянието на газообмена върху работния цикъл на дизелов двигател.....60	60
Г. Попов, К. Климентов, Б. Костов Изследване влиянието на техническото състояние на помпените агрегати върху разхода на енергия в помпените системи.....64	64
П. Цанков, А. Кадах, К. Костов Експериментално изследване на хидравличните линейни загуби в полутвърди алуминиеви въздуховоди.....68	68
П. Цанков, А. Кадах, Р. Величкова Изследване и оценка на характеристиките на конструкция пореста плоска аеростатична опора (Пасо).....72	72
Ч. Николов, К. Костов Определяне на показателите на топлинната и икономическата ефективност и анализ на тарифната политика на ТЕЦ при “Лукойл енергия и газ България” при работа в пазарни условия.....77	77

К. Костов, П. Цанков, Т. Танев, И. Иванов

Експериментален стенд на въздушен слънчев колектор.....82

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН СТЕНД НА ВЪЗДУШЕН СЛЪНЧЕВ КОЛЕКТОР

Константин КОСТОВ, Петко ЦАНКОВ, Тихомир ТАНЕВ, Иван ИВАНОВ

Технически Университет – София,
ИПФ – Сливен гр. Сливен, бул. “Бургаско шосе” №59

Резюме: В настоящата работа се разглежда проектирането, изработването и изследване характеристиките на експериментален стенд на въздушен слънчев колектор.

Ключови думи: Въздушен слънчев колектор, слънчева радиация, абсорбер.

Въведение

Въздушните слънчеви колектори се използват за отопление на помещения, както и за сушене на дървен материал и различни плодове. Такива системи са относително нов подход за използване на слънчевата енергия, като първите разработки са от 50-те години на миналия век. За топлоносител те използват въздуха, който не замръзва, безплатен е и е в неограничени количества. Може да се каже, че основното им преимущество е работата им при ниска температура на въздуха. Разбира се имат недостатъци, като най-съществения се заключава в следното – ако трябва да се обезпечават голяма отоплителна система е необходимо към нея да се присъедини допълнителен източник на топлина, което повишава температурата в колектора и намалява неговото КПД.

Формулиране на проблема

Цел на настоящата работа е проектирането, изработването и снемането на някои характеристики на експериментален въздушен слънчев колектор. Получените резултати биха позволили да бъдат определени границите на приложимост и използваемост на съоръжението.

Същинска част

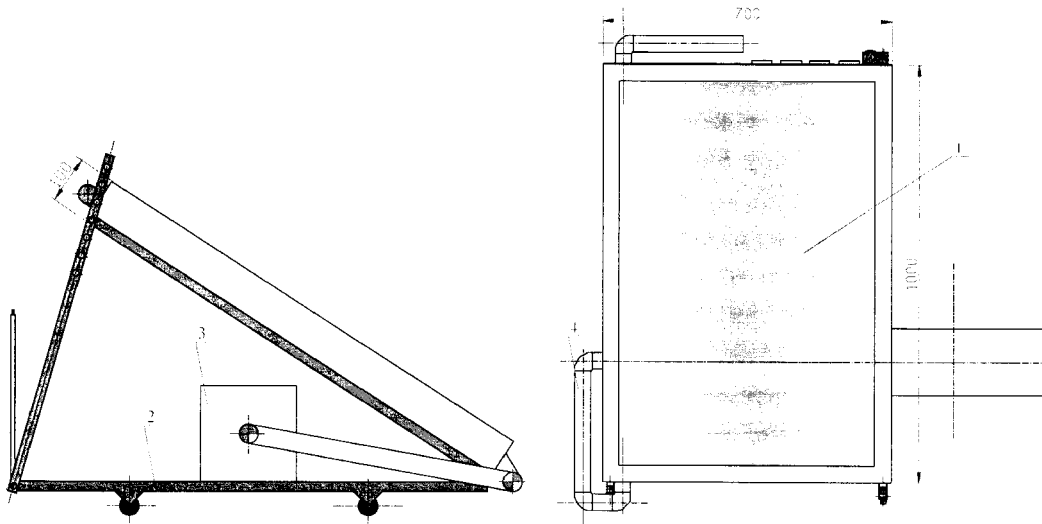
В свои разработки [1], [2], [3], [4], [5] предлагат различни конструктивни решения за организиране на движението на въздушния поток в слънчевият колектор, вида и слоевете на прозрачното покритие. От тях могат да се обобщат четири възможни варианта на движение на топлоносителя - въздух:

- между прозрачното покритие и абсорбера;
- под абсорбера;
- паралелно под и над абсорбера;
- последователно под и над абсорбера.

Въз основа на анализ на тези варианти считаме, че най-удачен е варианта с двоен стъклопакет, в качеството на прозрачно покритие и движение на въздуха под абсорбиращата повърхност. Двойният стъклопакет е предпоставка за ниски топлинни загуби в околната среда и нисък риск от образуването на конденз при ниски външни температури. Движението на въздуха под абсорбиращата повърхност ще гарантира запазването на нейните свойства поради изключване на възможността за запрашване на покритието.

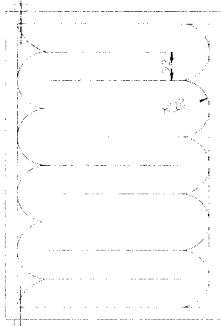
На фиг.1 е показана схема на експерименталната уредба на въздушния слънчев колектор. Системата се състои от въздушен слънчев колектор 1, метална стойка 2 на която е монтиран, високонапорен вентилатор 3 и свързващи въздуховоди 4.

Въздушният слънчев колектор е с размери $700 \times 1000 \times 100$ mm, изработен е от ламарина с дебелина 0,5 mm поставен в стойка, изработена от ъглов метален профил с размери $20 \times 20 \times 3$ mm. Стойката се състои от две еднакви части, свързани посредством шарнирни връзки, които позволяват промяна на ъгъла на наклона на слънчевият колектор спрямо равнината. За прозрачно покритие над абсорбиращата пластина е използван двоен стъклопакет с дебелина на стъклото 4 mm, плътно прилягащ към абсорбера. Плоската абсорбиращата пластина е “*mirotherm MT 1300*”, произведена от немската фирма “ALANOD”, която е водещ производител в света на такива покрития. Абсорбиращата способност достига 90% (по DIN 5036). Покритието е нанесено чрез вакуумно отлагане върху метална подложка състояща се от 99,9% алуминий. За топлоизолирането на металния корпус на въздушния слънчев колектор е използван “неорол” на немската фирма “BASF”, с дебелина 10 mm.



Фиг.1 Конструктивна схема на въздушния слънчев колектор

Така изработена конструкцията позволява движението на въздуха да става по канал оформен между абсорбера и топлоизолацията. За удължаване на пътя на въздуха преминаващ през колектора и увеличаване на топлообменната повърхност са поставени направляващи пластини (фиг.2). Това е направено с цел да се намалят недостатъците на въздуха в качеството му на топлоносител. Поставянето на пластините неминуемо ще доведе до повишаване на хидравличните загуби, поради което е избран високонапорен вентилатор $p_v = 11,5 \text{ kPa}$. Вентилаторът е монтиран на смукателната страна на слънчевия панел и е оборудван с напреженов регулатор позволяващ промяна на оборотите му.



Фиг.2. Разположение на направляващите пластини

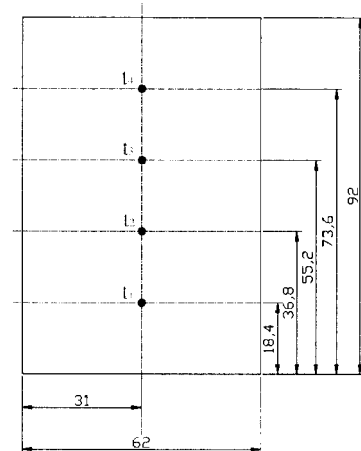
За провеждане на балансовите изпитания стендът е оборудван с измервателна апаратура:

- термосъпротивителни термометри - за определяне на температурата на входа и изхода на слънчевият колектор, както и температурата на околната среда;

- термосъпротивителни термометри - за определяне на температурата в различни точки на абсорбера, разположени съгласно фиг.3;

- U-образен течностен манометър свързан непосредствено преди и след колектора за отчитане на хидравличните загуби;

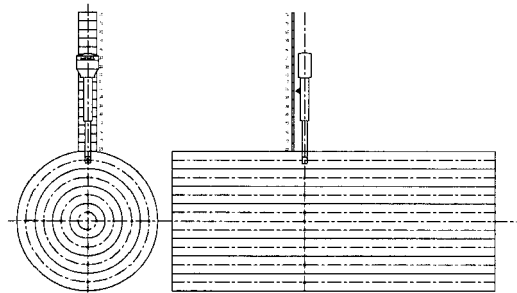
- ватметър - за определяне на консумираната от вентилатора електрическа мощност;
- мобилен солариметър „SL100“ на фирма „КИМО“ за определяне на попаднатата върху стенда слънчева радиация;
- термоанемометър „TESTO 405“ - за определяне на скоростта на въздуха във смукателният въздуховод и изчисляване на дебита. Измерването на скоростта е направено съгласно фиг.4.



Фиг.3 Разположение на термосъпротивителните датчици на задната част на абсорбера

Възможности на стенда

Така проектираният и конструиран стенд дава възможност за отчитане влиянието на различни параметри оказващи влияние върху работата му.



Фиг.4. Измерване на скоростта в смукателният въздуховод

В стенда е предвидено :

-възможност за промяна ъгъла на наклона на колектора спрямо хоризонта, което позволява търсенето на най-подходящ ъгъл за неговото разположение;

-възможността за регулиране оборотите на вентилатора, позволява изследването на работата на колектора при различен дебит на въздуха преминал през него;

-определяне изменението плътността на изходящия топлинен поток при променлива слънчева радиация;

-определяне на температурата на абсорбера в различните точки при промяна на ъгъла на наклона;

-определяне пада на налягане във въздушния колектор при променлив дебит;

-определяне на температурите на входа и на изхода на слънчевият колектор при промяна на дебита на въздуха преминал през него.

Резултати и обсъждане

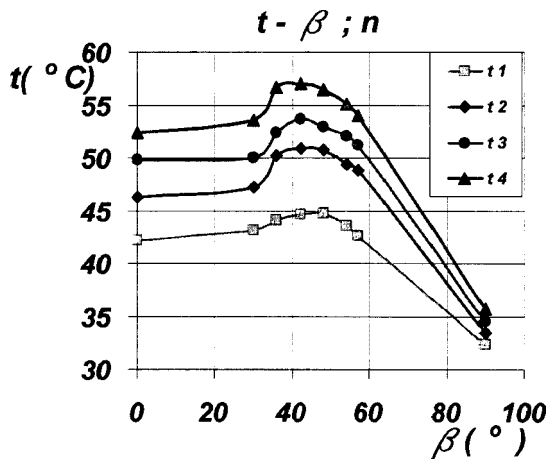
Опитните данни и резултати от проведените експерименти са представени в табличен и графичен вид. Всички опити са проведени в един и същи часови интервал, при ясно време $I_{сл} = 1012 \text{ W/m}^2$, колектор ориентиран на юг и дебит на въздуха през колектора $Q = 0,036 \text{ m}^3/\text{s}$. В таблица 1 са представени данни за изменението на температурата на абсорбера при промяна на ъгъла на наклона на колектора, както и изменението на температурата на входа и изхода от колектора.

Графично данните са представени на фиг.5 и фиг.6.

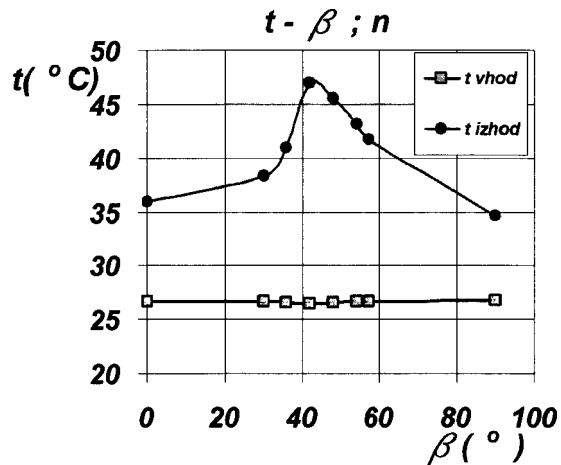
В таблица 2 е представено изменението на налягането във функция от дебита на въздуха преминал през колектора. Същите данни са представени в графичен вид на фиг.7.

Таблица 1

ъгъл $\beta [^\circ]$	0	30	36	42	48	54	57	90
$t_{вх} [^\circ\text{C}]$	26,7	26,6	26,5	26,4	26,5	26,7	26,6	26,8
$t_{изх} [^\circ\text{C}]$	35,9	38,3	41	47	45,5	43,1	41,7	34,6
$t_1 [^\circ\text{C}]$	42,1	43,1	44,1	44,6	44,7	43,6	42,6	32,4
$t_2 [^\circ\text{C}]$	46,2	47,2	50,2	50,9	50,7	49,4	48,8	33,4
$t_3 [^\circ\text{C}]$	49,8	50	52,4	53,7	52,9	52	51,2	34,5
$t_4 [^\circ\text{C}]$	52,4	53,5	56,7	57	56,5	55,1	54	35,7



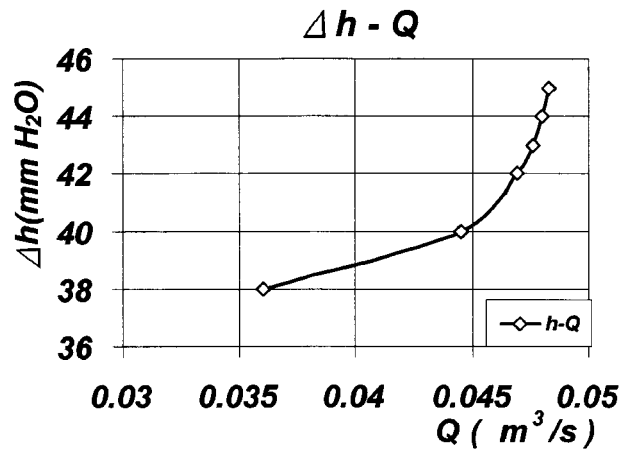
Фиг. 5 Изменение на температурата на абсорбера в зависимост от ъгъла на наклона β в различни точки на колектора



Фиг. 6 Изменение на температурата на входа и изхода на колектора в зависимост от ъгъла на наклона β

Таблица 2

Δh [mmH ₂ O]	38	40	42	43	44	45
Q [m ³ /s]	0,036	0,0445	0,0469	0,0476	0,048	0,0483



Фиг.7. Хидравлична съпротивителна характеристика на въздушния слънчев колектор

Изводи

1. При относителна постоянна температура на входа на слънчевият колектор, температурата на изхода силно зависи от ъгъла на наклона β , при постоянен дебит.

2. Прави впечатление високата стойност на хидравличните загуби, което е един и от основните недостатъци на конструкцията.

3. По-голяма дълбочина на корпуса ще позволи по-голяма височина на въздушния канал, което значително ще намали хидравличните загуби в колектора.

4. Необходима е промяна както на гъстотата така и на ориентацията на направляващите пластини. Такава конструктивна оптимизация е една от посоките за развитие на ВСК.

5. Използването на вентилатор с по-нисък напор и по-голям дебит би довело до по-доброто отнемане на топлина концентрирана върху вътрешната страна на абсорбера.

6. Температурата на абсорбиращата пластина има температурни разлики от $\Delta t = 10 \dots 12^\circ C$.

7. При изследваните условия постигнатия температурен пад на подгривания въздух (изход-вход) при различни ъгли на наклон на колектора достига до $\Delta t = 9 \dots 21^\circ C$.

Литература

1. Харченко Н.В., Индивидуальные солнечные установки, Энергоатомиздат, 1991г. ISBN: 5-283-00110-5
2. Бринкворт Б.Дж., Солнечная энергия для человека, Мир, 1976г.
3. David Luna, Yves Jannot, Jean-Pierre Nadeau Applied Thermal Engineering, Volume 30, Issues 17-18, December 2010, Pages 2808-2814
4. Suleyman Karsli Renewable Energy, Volume 32, Issue 10, August 2007, Pages 1645-1660
5. Rakesh Kumar, Marc A. Rosen Applied Energy, Volume 88, Issue 11, November 2011, Pages 3603-3614
6. Murat Caner, Engin Gedik, Ali Kecebas Expert Systems with Applications, Volume 38, Issue 3, March 2011, Pages 1668-1674
7. A. Ucar, M. Inalli International Communications in Heat and Mass Transfer, Volume 33, Issue 10, December 2006, Pages 1281-1290
8. Ursula Eicker, Dietrich Schneider, Jürgen Schumacher, Tianshu Ge, Yanjun Dai Applied Energy, Volume 87, Issue 12, December 2010, Pages 3735-3747
9. Li Xu, Zhifeng Wang, Guofeng Yuan, Xing Li, Yi Ruan Solar Energy, Volume 86, Issue 5, May 2012, Pages 1222-1231

EXPERIMENTAL INSTALLATION OF AN AIR SOLAR COLLECTOR

Konstantin KOSTOV, Petko TSANKOV, Tihomir TANEV, Ivan IVANOV

Abstract: The design, making and study of characteristics of an experimental installation of air solar collector are considered in this paper

Keywords: air solar collector, solar radiation, absorber