

Предварителни резултати от изследване на слънчева сушилня

Малин Цветков, Николай Михайлов, Светлозар Митев, Борис Борисов

Preliminarily results from the research of solar drier: Оценена е работата на слънчева сушилня с плосък колектор на празен ход. По време на експериментите колектора е затворен с обикновено и К стъкло. Измервани са външната температура и температурите в камерата и колектора, при отворени и затворени клапи на сушилнята.

Key words: solar food dryer, K glass, drying, temperature and collector

ВЪВЕДЕНИЕ

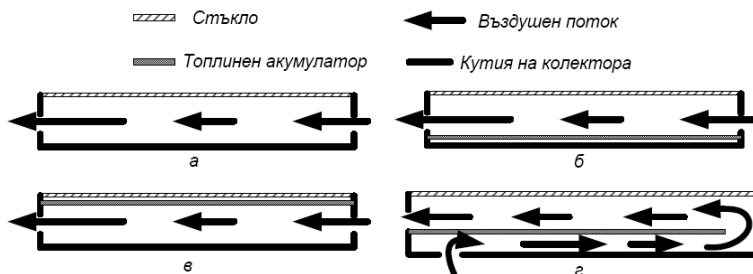
Един от най-разпространените технологични процеси в промишлеността е сушенето. Много често то в значителна степен определя качеството на готовата продукция. Тъй като за отделянето на влага от продукцията се изисква значително количество енергия, представлява интерес разработването на уредби с ниска енергоемкост.

България се отличава с подходящи микроклиматични условия, които позволяват да се използват слънчеви сушилни [4].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Целта на експеримента е да се оцени работата на слънчева сушилня на празен ход, когато върху колектора е монтирано обикновено или К-стъкло. Последното представлява прозрачно стъкло с кристално-бял отразителен отънък и висока топлинна защита. То е едностранно обработено с метален оксид.

Конструираната за целта сушилня е регулируема, пасивна, с елементарен плосък слънчев колектор. Работата на колектора се оценява чрез ефективността на събиране на слънчевата енергия. Тя се определя като отношение на събраната енергия към енергията на слънчевото греене, която пада върху плоскостта на колектора. Ефективността на слънчевия колектор зависи от скоростта на въздуха през колектора, геометрията на въздушния канал, поглъщащата способност на абсорбиращите повърхности (топлинен акумулатор) и пропускателната способност на покритията.



Фиг. 1. Варианти на плосък колектор с и без абсорбираща пластина:

- а) директно преминаващ въздушен поток при колектор без топлинен акумулатор;
- б) директно преминаващ въздушен поток над топлинният акумулатор;
- в) директно преминаващ въздушен поток под топлинният акумулатор;
- г) двойно преминаващ въздушен поток около топлинният акумулатор.

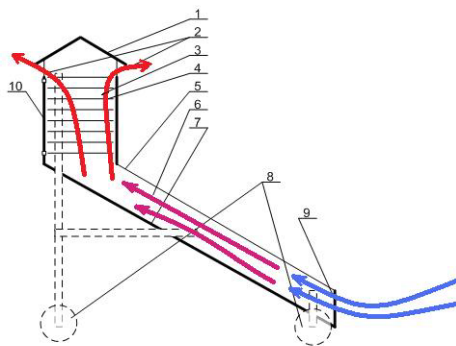
Елементарният тип плосък колектор формира въздушен канал, покритието на който е абсорбиращо, а ефективността му достига до (45...50)% – (фиг. 1а) [3].

Ако във въздушния канал на плоските колектори се вгради топлинен акумулатор могат да се разгледат още три варианта (фиг. 1 б, в и г). В този случай ефективността достига (60...65)% [3].

Общия вид и технологична схема на проектираната и разработена за експеримента сушилня са показани на фиг.2.и фиг.3.



Фиг.2. Общ вид на сушилнята

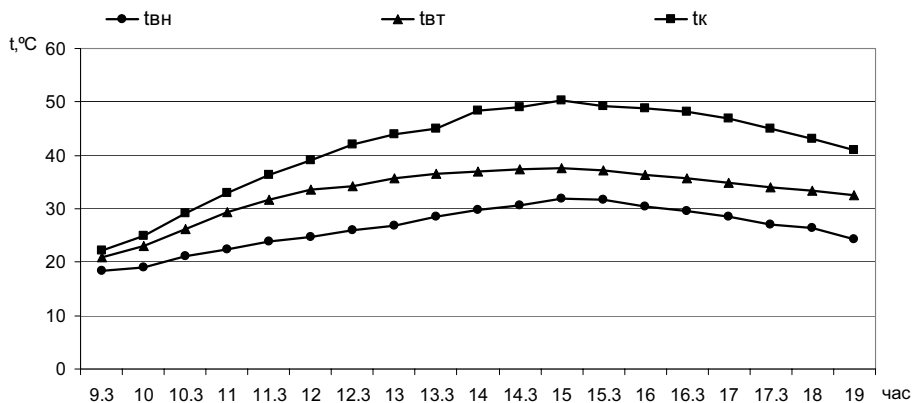


Фиг.3. Технологична схема на сушилнята

За нагряването на сушилния агент (въздух) от слънчевата енергия се използва въздушен колектор 6. Той е плосък, наклонен под ъгъл 45° спрямо земната повърхност. Отгоре е затворен със стъкло 5, а отвътре е боядисан в черен цвят. За постигане на по-висока ефективност на колектора той трябва да бъде правилно оразмерен – дълбочината му трябва да бъде $1/15...1/20$ от дължината му [1]. Върху сушилнята и нейната камера 3 е нанесено термоизолационно покритие тип "термошилд", което осигурява висока топлинна изолация, а в периодите когато не се използва сушилнята покритието предпазва камерата 3 от поява на плесени [2]. Камерата е разположена в горния край на колектора и по този начин се използва конвективното движение на нагретия въздух. За предотвратяване възникването на плесени, когато няма слънчево греене, е създадена възможност за принудително движение на въздуха през сушилнята. Представената сушилня е подвижна като конструкцията е монтирана на колела 8 и може да бъде премествана от един човек. В камерата са разположени една над друга решетъчни скари 4, върху които се реди продукцията за сушене. При тази компоновка нагрятия от колектора въздух преминава последователно през всички скари и излиза през отворите 2, разположени в горната част на камерата 3 под покрива 1. Продуктите за сушене се редят върху скарите през вратичката 10. Входният отвор 9 се намира на предния (долния) край на колектора. На него е монтиран шибър, с помощта на който се регулира въздушния поток, като по този начин се влияе върху скоростта и температурата на въздуха и от там върху динамиката на сушенето.

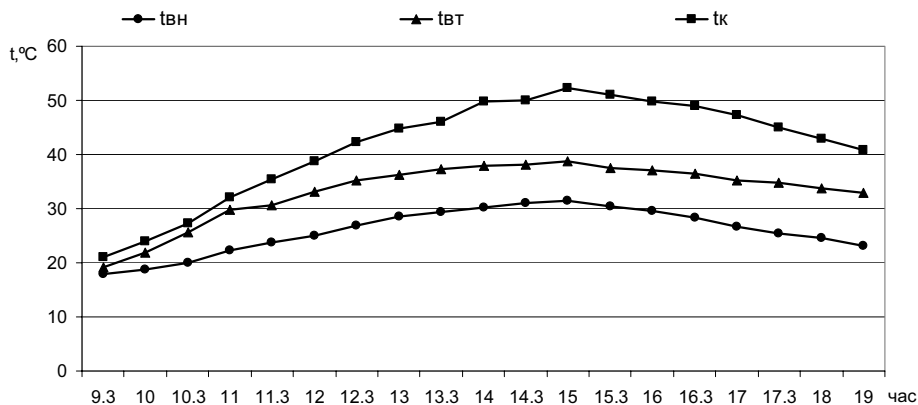
Изследванията са проведени в слънчеви и безоблачни дни, в които скоростта на вятъра е под $0,1 \text{ m/s}$. Измервани са външната температура $t_{вн}$, температурата в средата на сушилната камера $t_{вт}$ и колектора $t_{к}$. За отчитането на температурата и скоростта на движение на въздуха е използван комбиниран уред testo 425. Той осигурява точност при измерване на температура $0,1^\circ\text{C}$, а при измерване скоростта на движение на въздуха - $0,01 \text{ m/s}$. Интервалът на измерване е 30 min, като през този интервал се завърта и сушилнята, така че колекторът да е ориентиран спрямо слънцето.

Опитните резултати са показани на фиг. 5, 6, 7 и 8.



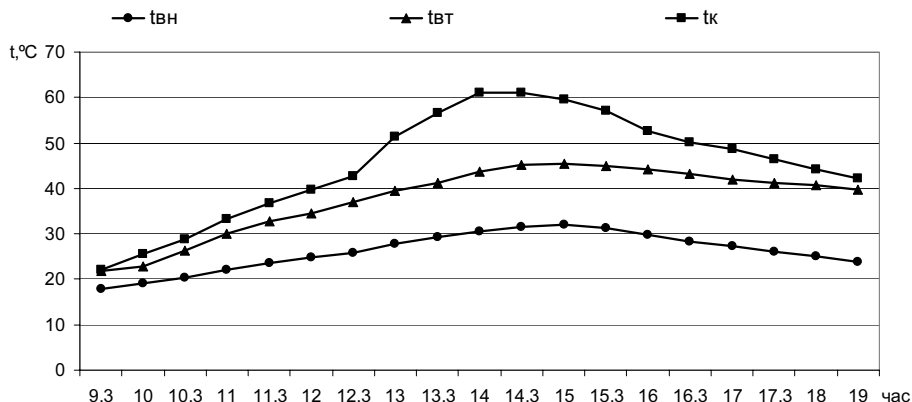
Фиг. 5. Дневно изменение на външната температура $t_{вн}$, температурата в колектора $t_{вт}$ и температурата в камерата t_k при напълно отворени клапи и колектор, затворен с К стъкло

Максималната външна температура, достигната в 15.30 часа, е $31,9^{\circ}\text{C}$. В същото време температурата в камерата е $37,6^{\circ}\text{C}$, а в колектора - $50,2^{\circ}\text{C}$. Вижда се, че повишаването на температурата в камерата, при отворени клапи е незначително – с $5,7^{\circ}\text{C}$.



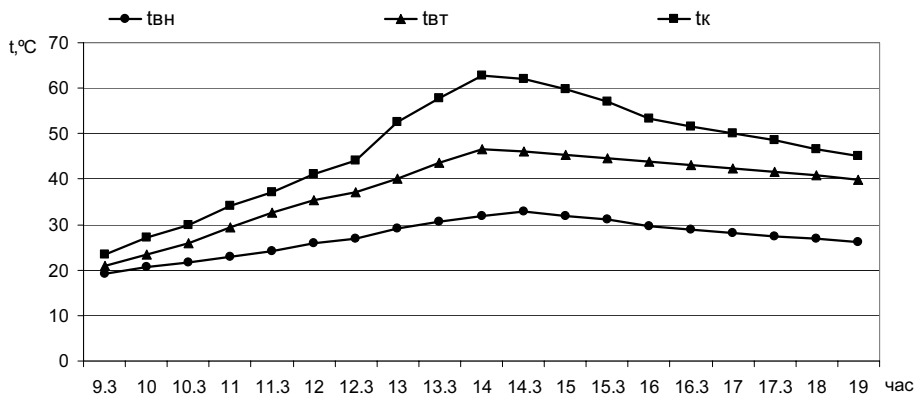
Фиг. 6 Дневно изменение на външната температура $t_{вн}$, температурата в колектора $t_{вт}$ и температурата в камерата t_k при напълно затворени клапи и колектор, затворен с К стъкло

При затворени клапи и максимална външна температура $31,4^{\circ}\text{C}$, температурата в камерата е $38,8^{\circ}\text{C}$, а в колектора - $52,2^{\circ}\text{C}$. Дори и при този вариант повишаването на температурата е малко – $7,4^{\circ}\text{C}$. Повишението на температурите в камерата и колектора, в сравнение с варианта, при който клапите са отворени е около 2°C .



Фиг. 6. Дневно изменение на външната температура $t_{вн}$, температурата в колектора $t_{вт}$ и температурата в камерата t_k при напълно отворени клапи и колектор, затворен с обикновено стъкло

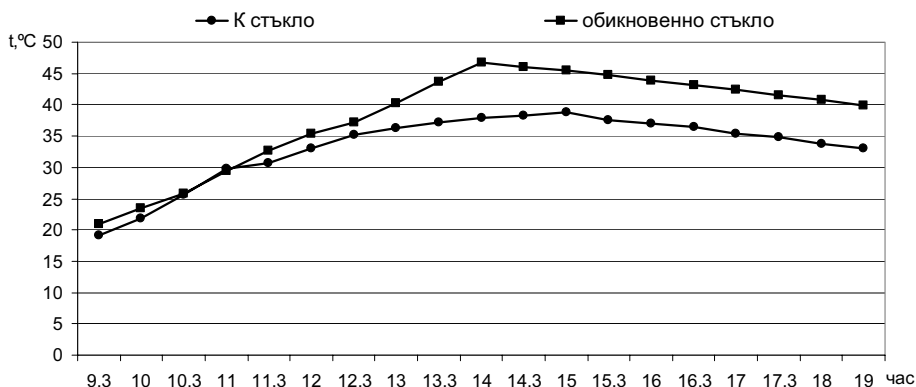
При външна температура 32°C , температурата в камерата е $45,5^{\circ}\text{C}$, а в колектора - 61°C . Повишаването на температурата в камерата спрямо външната е с $13,5^{\circ}\text{C}$.



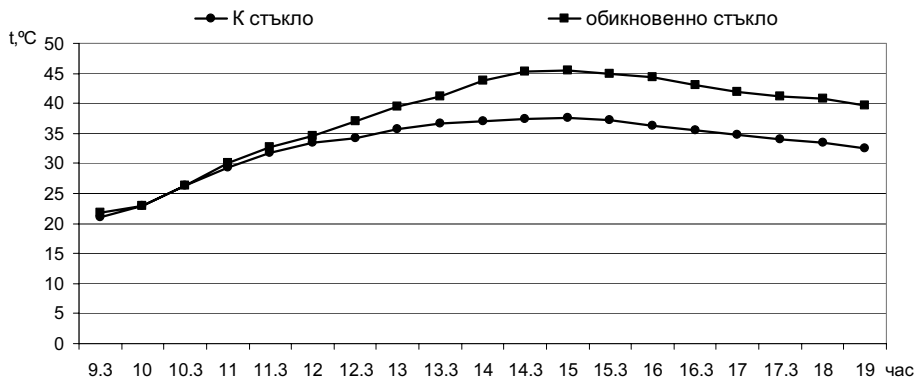
Фиг. 8. Дневно изменение на външната температура $t_{вн}$, температурата в колектора $t_{вт}$ и температурата в камерата t_k при напълно затворени клапи и колектор, затворен с обикновено стъкло

Приблизително еднакво изменение на температурите има и при затворени клапи. Външната температура е $32,9^{\circ}\text{C}$, при което температурта в камерата достига $46,7^{\circ}\text{C}$. Разликата е $13,8^{\circ}\text{C}$. При този вариант е измерена и максималната температура в колектора - $62,7^{\circ}\text{C}$.

На фиг. 9 и фиг. 10 е показано сравнение на температурите в сушилната камера, когато колектора е затворен с обикновено и К стъкло съответно при затворени клапи (фиг. 9) и при отворени клапи (фиг. 10).



Фиг. 9. Дневно изменение на температурите в сушилната камера при колектор, затворен с обикновено и К стъкло и напълно затворени клапи



Фиг. 10. Сравнение на температурите в сушилната камера при колектор, затворен с обикновено и К стъкло и напълно отворени клапи

При използването на К стъкло за покриване на колектора се установява, че температурата в сушилната камера е по-ниска с около 10°C. Причината за това е, че К-стъклото превръща късите лъчи в дълги и задържа топлината в обема който е затворило [4]. То пропуска една част от слънчевото греене (UV – 3%; видима част – 44%; IR - 53%), втора част рефлектира, а трета част се абсорбира [4]. Стъклото не пропуска лъчи над 2500 nm, но поглъща определена част от тях. Затова се налага (вземайки в предвид предназначението на стъклото) въздуха от стъклопакета да се изтегли и да се напълни с газ – аргон, криптон или ксенон. Така стъклото се предпазва от счупване. От друга страна допълнително се намалява пропускателната способност на стъклото. Различните фирми производители гарантират намаляване в границите от (18...22)%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очакваната разлика между температурата в сушилната камера и външната температура не е достатъчна, което се дължи на топлоизолационните свойства на покритието “термошилд” и липсата на топлинен акумулатор. При по-нататъшните изследвания ще се търси и подходящ топлинен акумулатор.

К стъклото има по-добри изолационни качества, но напълването му със газ намалява пропускателната способност с (18...22)%, с което се обяснява по-ниската температура в сушилнята.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dennis Scanlin, Indirect, through-pass, solar food Dryer, 1997;
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page;
- [3] Renewable energy world, volume 10;
- [4] www.utilitiesbulgaria.com.

За контакти:

инж. Малин Цветков, Център за Изпитване на Земеделска, Горска Техника и Резервни Части – Русе, E-mail: testlab@dir.bg.

доц. д-р инж. Николай Михайлов, Катедра “Електроснабдяване и електрообзавеждане” Русенски Университет „Ангел Кънчев”, E-mail: mihailov@ru.acad.bg

ст.н.с. д-р инж. Светлозар Митев, Център за Изпитване на Земеделска, Горска Техника и Резервни Части – Русе, E-mail: testlab@dir.bg

доц. д-р инж. Борис Борисов, Катедра “Земеделска техника” Русенски Университет „Ангел Кънчев”, E-mail: bborisov@ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.