

Велко СТЕФАНОВСКИ
Момчило ПОЛЕЖИНА
Петар ВАСИЛЕВ

МОЖНОСТИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА СОЛАРНАТА ЕНЕРГИЈА ЗА СУШЕЊЕ НА БИЧЕНА ГРАГА*

1. ВОВЕД

Дрвото, како суровина во преработувачката индустрија, треба да има одреден квалитет. Во квалитетните особини на дрвото, покрај другото, доаѓа и водата (влажата) што тоа ја содржи во себе. Во сурова состојба количината на влага во дрвото може да изнесува и над 80%. Меѓутоа, дозволената количина на влага што дрвото треба да ја содржи, ако тоа биде подложено на натамошна обработка, во зависност од финалниот производ, се движи од 6 до 12%. За да се отстрани овој вишок на вода, дрвото (бичената грага) треба да се суши. Сушењето може да биде природно или вештачко, односно во комори.

Сушењето во комори со помош на грејни тела е вообичаен технолошки метод кој денес се користи во голема мера. Процесот на сушењето се одвива во неколку фази дефинирани со режимот на сушењето. Притоа релевантните параметри — температурата и релативната влажност во комората — можат да се контролираат и дотеруваат во секоја фаза на сушењето. Потребата за топлинска енергија во комората за сушење на бичената грага е голема. Дури 70% од вкупната енергија потрошена за единица производ се троши за сушење. Тоа укажува дека во оваа фаза на дрвопреработката се нужни и други решенија кои ќе бидат поекономични во однос на досегашните методи на работа.

Со редењето на дрвото на отворен простор, под влијание на директно сончево зрачење, постигнати се позитивни ефекти во смисла на намалување на влагата во дрвото и до 12%. Ваквото

* Податоците изнесени во овој труд се дел од проектот под наслов „Практично користење на сончевата енергија во индустриските процеси на сушење на дрвото“, кој беше финансиран од страна на заедничкиот американско-југословенски одбор за научна соработка. Истражувачката екипа ја сочинува: В. Стефановски, Б. Димитров, П. Василев, М. Полежина, Р. Клиначаров, К. Коцев, К. Бахчевандијев, Б. Рабаџиски.

сушење, познато и како природно сушење, нема потрошувачка на енергија. Тоа е препорачливо особено за поголемите дрвопреработивачки капацитети. Меѓутоа времето на сушење е значително подолго во споредба со вештачкото сушење во комори (класични сушилници) и изнесува 1,5 до 2 пати повеќе, а и квалитетот на добиеното дрво не задоволува за натамошна фина обработка. Поради неконтролираното испарување, особено во почетокот на сушењето, доаѓа до недоволно термичко напрегање и градиент на влага, што предизвикува површинско пукања на дрвото. па така и до загуби на корисна дрвна маса.

Следен чекор за можно искористување на енергијата од сончевото зрачење за сушење на дрво е соларната сушилница, кај која делумно е овозможена контрола на температурата и релативната влажност во комората, како и супституција на потребната енергија за сушење.

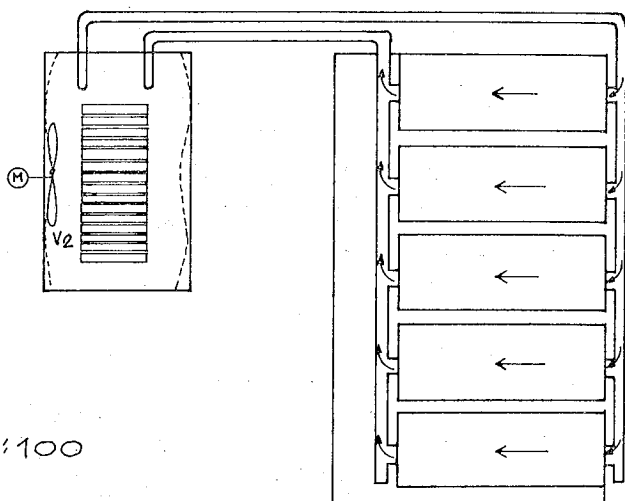
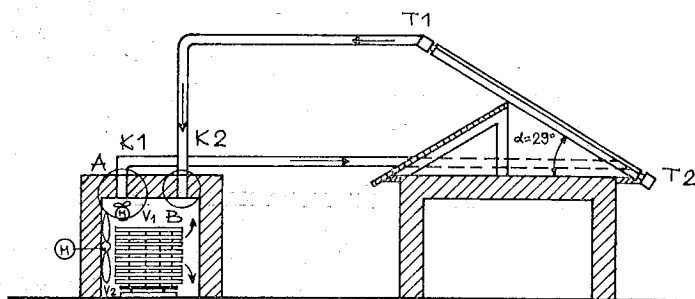
Првите експериментални истражувања на соларни сушилници датираат уште од 1961 година. Денес такви се изградени на повеќе места (Франција, Америка, Индија, Германија итн.). Добисните резултати ја оправдуваат примената на овој нов технолошки метод во третирањето на дрвото, особено во пределите со висок процент на влага во воздухот, што влева оптимизам за поширока примена на соларните сушилници за индустриско сушење на дрво.

Во овој труд ќе бидат прикажани почетните резултати од експерименталните истражувања на една соларна сушилница за сушење на бичена граѓа, што беше подготвена (адаптирана) во „Ј. Ј. Свештарот“ во Струмица, со сончеви колектори произведени во „ЕМО“ — Охрид*.

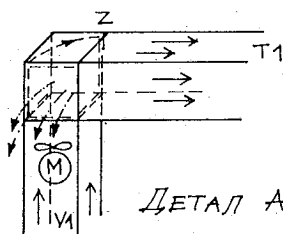
2. МЕТОД НА РАБОТА

Како што спомнавме понапред, за извршување на овие експерименти беше подготвена (адаптирана) една постојна сушилница во РО „Треска — Ј. Ј. Свештарот“ во Струмица. Таа беше опремена со колектори со димензии $3,2 \times 1,0$ м паралелно порзани, со површина околу $16,8 \text{ m}^2$, под нагиб од $29^\circ 30'$ во однос на хоризонтот и со југозападна ориентација (види ја сликата 1). Во сушилницата беше инсталирана и друга потребна опрема за мерење и следење на процесот на сушење. Капацитетот на сушилницата изнесуваше до 5 m^3 бичена граѓа. Таа работеше автоматизирано. Колекторскиот систем работеше врз принцип на загревање на топол воздух кој се движи низ колекторите и комората.

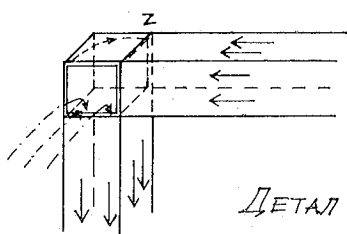
* За укажаната помош во спроведувањето на овие истражувања, на раководните и на стручните лица на организациите „Треска — Ј. Ј. Свештарот“ — Струмица и „ЕМО“ — Охрид авторите најсрдечно им се благодаруваат.



R 1:100



ДЕТАЛ А-К1



ДЕТАЛ В-К2

сл.1. Изглед и појречен пресек на соларна сушарка

На објектот (сушилницата) се извршени мерења на повеќе пробни партии на букова бичена граѓа со дебелина од 50 мм. Притоа беа следени температурата и релативната влажност, односно процентот на влага на вградените мерни инструменти. По извршените мерења на пробните партии во текот на летните ме-

сеци, сите податоци се средени, извршени се потребни пресметувања и изготвен соодветен текстуален и графички приказ, како и приказ во вид на табели. При обработката посебно е обработен техничко-технолошкиот дел, потоа енергетскиот биланс и, на крајот, економските параметри.

3. РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЊАТА

Во текот на тригодишните истражувања, особено во втората и третата истражувачка година, беа извршени испитувања на повеќе варијанти на сушење на бичена граѓа од бука: сушење само со сончеви колектори (соларна сушилница), комбинирано сушење (со сончеви колектори и класично сушење), класично сушење во комора и природно сушење. Природното сушење е изведувано паралелно со соларното, комбинираното и класичното сушење, со цел да се добијат компаративни показатели.

Сушење со соларна енергија. Во соларната сушилница сушењето е изведено само со користење на соларна енергија, преку колекторски систем. Сушена е бичена граѓа од буково дрво, со дебелина од 50 мм во количина од 3,465 м³. За време од 54 денови граѓата е исушена до 5,0% влага, односно за време од 44 денови до 8,0% влага. За споредба, сушена е истовремено бичена букова граѓа и природно, во иста количина. За време од 44 денови граѓата е исушена до 12,0%.

Комбинирано сушење. Ова сушење е изведено со соларна енергија (дење) и класично сушење (пареа, ноќе) на букова бичена граѓа со дебелина, исто така, од 50 мм, во количина од 3,667 м³. При сушење од 20 денови, бичената граѓа имаше влага 7,2%, а за време од 27 денови 3,3%. За споредба, сушена е бичена граѓа и природно, во количина од 3,433 м³. По 20 денови сушење, влагата во дрвото изнесуваше 26,5%, а по 27 денови 23,9%.

Класично сушење (со водена пареа). Сушена е букова бичена граѓа со дебелина од 50 мм, во количина од 2,90 м³. Со почетна влага од 18,08%, по сушење од 7 дена влагата изнесуваше 6,61%, а по 11 денови 1,10%. За споредба е извршено и природно сушење, со почетна влага на граѓата од 25,48%, каде што по сушењето од 7 дена влагата изнесуваше 17,19%, а по 11 денови 13,67%.

Ако се споредат сите овие начини на сушење во однос на времето на сушење, тогаш предност има класичното сушење, а потоа доаѓаат комбинираното, соларното и, на крајот, природното.

Комбинираното и соларното сушење, од друга страна, се значајни и во однос на супституцијата на енергијата.

Во сушилницата, како што истакнавме понапред, беа монтирани и уреди за мерење на енергијата од сончевите колектори. Беше анализиран еден пример на сушење само со сончеви ко-

лектори. Според тој пример се гледа дека постојат некои технички недостатоци кои даваат една груба слика за хидротермичките процеси. Сепак, добиените податоци се релевантни за оценка на функционирањето на соларната сушилница. Од анализата е видно дека заштедата на енергија не е некаква импозантна бројка. Но, треба да се има предвид дека тоа е прва сушилница од ваков тип кај нас, за која нема целосни сознанија. Истот така, поради материјални ограничувања, не бевме во можност да го извлечеме потенцијалниот енергетски максимум од оваа сушилница.

Експериментите извршени врз соларна сушилница ни послужија истовремено да изнесеме и некои податоци за економските параметри. Како основа за економската анализа ни послужија податоците од комбинираното сушење. Притоа за сушење на $3,667 \text{ м}^3$ бичена граѓа беа потрошени $5273,16 \text{ кг}$ пареа, или за еден час потрошувачката на технолошка пареа изнесува $27,4644 \text{ кг}$ пареа. Со истите мерења е утврдено дека при користење на сончевата енергија за еден час се потрошија $19,6 \text{ кг}$ пареа, и тоа од колекторска површина $16,8 \text{ м}^2$.

Направените пресметки за утврдување на вредноста на пареата, добиени со користење на сончева енергија, вклучуваат цени од септември 1987 година. Калкулацијата за цената на чинењето опфаќа: амртизација на енергетските постројки со инсталации — парен котел, односно колектор — личен доход на директните работници, потрошен енергетски горивен материјал — крупен и ситен дрвен отпадок — инвестиционо одржување, потрошена електрична енергија и др. трошоци. Вредноста на сушилницата не е земена, бидејќи таа има ист износ и во двете варијанти на производство на пареа.

Од пресметките произлегува дека 1 тон технолошка пареа добиена од парни котли чини 12.245 динари, додека од сончева енергија 16.847 динари. Од овој податок може да се извлече заклучок дека вредноста за колекторскиот систем е повисока. Меѓутоа, треба да се забележи дека ваквата вредност се однесува за мала колекторска површина, која во нашите истражувања изнесуваше $16,8 \text{ м}^2$, со просечно дневно користење од 6 часа и просечно годишно користење од 8 месеци, односно 1.440 часови ($240 \text{ денови} \times 6 \text{ часа/ден}$).

Доколку се претпостави колекторска површина од 25 м^2 , за иста сушилница со капацитет од $3,667 \text{ м}^3$ граѓа и при исти други услови (1.440 часови годишно) вредноста на таа пареа би изнесувала 10.867 динари, односно поевтино за 1.378 динари по тон пареа во однос на иста количина произведена со парен котел.

Од овие причини, сметаеме дека вредносното изразување на ефектите од користењето на сончевата енергија во конкретни услови на истражување се „нереални“.

Извршените анализи и пресметки за ефектите од користење на сончева енергија, изразени преку квантитативни показатели (тон/пареа), го покажуваат следното.

При просечно дневно користење на колекторите од 6 часа, при просечно годишно користење од 240 денови и при производство на 19,3 односно 20 кг, пареа на час, годишно би се произвеле 28.800 кг пареа, односно 28,8 тони пареа.

Бидејќи е утврдено дека со 1 тон пареа може да се исуши 0,7334 м³ граѓа, тогаш со 28,8 тони пареа (во овој случај со сончева енергија на колекторски систем од 16,8 м² површина) ќе се исуши годишно 21,12 м³ граѓа.

Бидејќи капацитетот на користената сушилница изнесува 3,6 м³ граѓа, произлегува дека со помош на сончева енергија би можело да се извршат 5,87, односно 6 циклуса годишно.

Од ова произлегува дека ефектите од користењето на сончевата енергија се евидентни и дека се поголеми доколку при исти други услови (користење на сонце-часови годишно) се зголеми колекторската површина, а соодветно на тоа и капацитетот на сушилницата.

Анализите покажуваат дека целосна енергетска компензација на колекторите во однос на технолошката пареа би се постигнала со 25 м² колекторска површина или 6,817 м², односно 7 м², за 1 м³ сушена граѓа.

4. ДИСКУСИЈА И ЗАКЛУЧОК

Соларната енергија претставува можен потенцијал за примена и во индустријата. Недостатокот на енергија го актуелизира проблемот за супституција на класичните извори на енергија. Тоа покажува дека се потребни истражувања во оваа насока. И свие истражувања се преземени со цел да се согледаат можностите за примена на сончевата енергија при сушење на бичена граѓа. Вакви истражувања има во светот (Америка, Индија, Германија итн.) а се иницирани уште во 1961 година. Тие кај нас се првични, претставуваат новина и интерес за примена во индустријата, па и пошироко.

За таа цел, адаптирана е една постојна сушилница во Струмица, во РО „Треска — Ј. Ј. Свештарот“, на која беа вградени колектори, производи на „ЕМО“ — Охрид. Колекторската површина изнесуваше 16,8 м², а колекторите поставени под нагиб од 29°30' во однос на хоризонтот и со југозападна ориентација. Во сушилницата беа инсталирани опрема (уреди) за мерење и следење на процесот на сушење.

Врз основа на извршените истражувања, можеме да ги додесеме следниве заклучоци:

1. Примената на соларната енергија при сушењето на бичена граѓа има за цел супституција на енергијата, а која ќе има не само техничко-технолошко, туку и економско значење. При сушењето водата (влагата) во суровото дрво треба да се намали на 6 до 12%, за да може дрвото да се употребува во нагамошната обработка и експлоатација.

2. За сушење е адаптирана мала сушилница со капацитет до 5 m^3 бичена граѓа и колекторска површина од $16,8 \text{ m}^2$.

3. Сушена е бичена граѓа со дебелина од 50 мм во неколку варијанти:

— Со соларна енергија (соларна сушара) сушењето за време од 44 денови изнесуваше $8,0\%$, а со природно сушење, за ист временски период, до $12,0\%$. Тоа покажува дека соларното сушење има предност во однос на природното сушење, во овој случај, за $4,0\%$.

— Комбиниранот сушење (со примена на соларна енергија и класично со примена на пареа) за време од 20 денови изнесуваше $7,2\%$, а со природното $26,5\%$. Адекватно на тоа, за 27 денови изнесуваше $3,3\%$, односно $28,9\%$. Тоа покажува дека комбиниранот сушење е значително побрзо во однос на природното, а исто така подобро и од соларното, бидејќи се обезбедува и континуитет како при класичното сушење.

— Класичното сушење сè уште дава најдобри резултати како во однос на природното сушење исто така и во однос на соларното и комбинираното сушење.

4. Од анализата на енергетскиот биланс се забележува доста поволен однос на коефициентот на искористување на енергијата. Тој се движи од 31,5 до $58,7\%$, што покажува за можностите на прифаќање на соларната енергија со помош на колектори.

5. Вредносното изразување на економските параметри се доста ирелевантни. Но, квантитативните показатели (тон/пареа) покажуваат егзактни вредности. Така, за просечно 6 часа во денот и просечно 240 денови во годината, при производство на 20 кг пареа на час, годишно ќе се произведат 28,8 тони пареа. Бидејќи со 1 тон пареа ќе се исуши $0,7334 \text{ m}^3$ бичена граѓа, тогаш за една година ќе се исуши $21,12 \text{ m}^3$ граѓа и ќе се потроши 28,8 тони пареа. При капацитет на сушилницата од $3,6 \text{ m}^3$ годишно, ќе имаме околу 6 циклуса. Меѓутоа, за да се добие целосна енергетска компензација, ќе биде потребна површина од 25 m^2 на колекторите, односно за сушење на 1 m^3 бичена граѓа ќе биде потребно околу 7 m^2 колекторска површина.

6. Од овие истражувања може да се заклучи дека за сушење на бичена граѓа со примена на сончева енергија, најдобро е да се применува комбинирано сушење. Во таа смисла се препорачува реконструкција (адаптација) на постојни (стари, класични) сушилници, како и зголемување на колекторската површина со можности за дотерување на целиот систем од технички аспект.

7. Авторите на овој проект не беа во можност да дадат и други поподробни информации, бидејќи беа ограничени од некои материјални и технички причини сврзани со планираните истражувања. Препорачуваат натамошни истражувања и примена врз овие сознанија.

5. ЛИТЕРАТУРА

Б. Стефановски (со група од 8 соработника), Практично користење на сончевата енергија во индустриските процени на сушење на дрво (Завршен извештај на проектот), Скопје 1989 г.

PRACTICAL USE OF SOLAR ENERGY IN INDUSTRIAL PROCESING OF DRYING WOOD

V. STEFANOVSKI — M. POLEŽINA — P. VASILEV

This report brings out the results from the research on the use of solar energy in beech lumber drying. The research was carried out in the firm „J. J. Sveštart“ — Strumica where a small dryer was adapted with the mounting of solar collectors, a product of „EMO“ — Ohrid.

On the basis of the fulfilled investigations, the following conclusions can be drawn:

1. The use of solar energy in beech lumber drying has as its goal the substitution of energy which will not only have technical — technological effects but also economical effects. In order to make the wood usable for further processing and exploitation, the water (moisture content) in it should be reduced to 6 to 12% through drying.

2. A small dryer was adapted for the drying, with a capacity of 3.6 m³ beech lumber and a collector surface of 16.8 m². The collectors were mounted under an angle of 29°30' in regard to the horizon and with South-Western orientation. Equipment for the measuring of energy and the monitoring of the drying process was mounted on this dryer.

3. Beech lumber was dried, 50 mm thick, in several variants:

— Drying with solar energy for a period of 44 days gave a moisture content of 8.0%, while natural seasoning in the same time period gave a moisture content of 12.0%. This shows that solar drying has advantages upon natural seasoning, in this case it is 4% better.

— Combined drying (with the use of solar energy and classical drying with water vapor) after a period of 20 days gave a moisture content of 7.2% while natural seasoning, after the same period gave 26.5%. Adequately, after 27 days the percentages were 3.3 and 23.9%. This shows that combined drying is much faster than natural seasoning and also better than solar drying because it provides continuity as in classical drying.

— Classical drying still gives the best results in comparison with natural seasoning as well as with solar and combined drying.

4. The analysis of the energetic balance (charts 1 and 2) shows a favourable factor η which amounts to 31.5% to 58.7% indicating possibilities for the acceptability of solar energy from a collector system.

5. Giving values of economic parameters has shown to be irrelevant. The quantitative indicators (tois vapor), however, show exact values. Therefore, with an average of 6 hours per day, 240 days per year and a production of 20 kg water vapor per hour, the yearly production amounts to 28.8 tons of water vapor. With a capacity of the dryer of 3.6 m³ we could complete 6 cycles per year. In order to achieve total energetic compensation 25 m² of collector surface are needed, or in other words, 7 m² of collector surface per 1 m³ beech lumber.

6. It can be concluded from the investigations that it would be best to use combined drying for the drying of beech wood with solar energy. In this sense, it is recommended to reconstruct (adapt) existing classical dryers as well as to increase the collector system with a possible technical improvement of the whole system.

7. The authors of this project could not give other, more detailed information because of the material and technical limitations. Further research is recommended as well as application on the basis of this research.