

ТОПЛОИЗОЛАЦИОНИ СВОЈСТВА НА КОМБИНИРАНИ ДРВЕНИ ПЛОЧИ

Јулија МИХАЈЛОВА, Лилјана ТАКЕВА, Борче ИЛИЕВ, Панајот ПАНАЈОТОВ^{*)}

АПСТРАКТ

Комбинираните материјали од дрво и дрвените композити имаат релативно мала топлоспроводливост. Ова нивно својство се карактеризира со коефициентот на топлоспроводливост (λ), којшто зависи од насоката на преминување на топлината, влажноста на дрвото, волуменот на порите и од густината на дрвното тело. Овие компоненти одделно најчесто имаат различни коефициенти на топлоспроводливост: дрвната материја (нормално на влакната)–0,420 W/mK, водата–0,590 W/mK, воздухот–0,028 W/mK и плочите од дрвени иверки (ПДИ) на основа на карбамидформалдехидна смола–0,356 W/mK.

Предмет на работата е истражување на топлоизолационите својства на комбинирани дрвени плочи преку определување на коефициентот на преминување на топлината (k), за чии вредности основно влијание има коефициентот на топлоспроводливост (λ).

Методот, кој е применет за мерење на коефициентот на топлоспроводливост (λ) се карактеризира со редица предности, како што се: едноставна апаратура употребена за спроведување на мерењата, универзалност и брзина во споредба со другите методи.

Клучни зборови: комбинирани дрвени плочи, масивно дрво, плочи од дрвени иверки (ПДИ), топлоспроводливост, преминување на топлината.

1. ВОВЕД

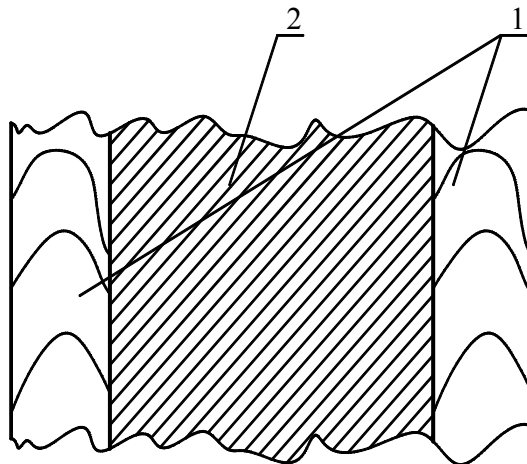
Комбинираните градежни плочи, ги спојуваат во себе предностите на масивното дрво и на плочите од дрвени честитици (дрвени иверки), коишто можат да се произведат како водоотпорни, огноотпорни, биоотпорно и постојани на атмосферски влијанија, што ги прави подобни за изработка на внатрешни и надворешни сидови, подови, тавани и др. Комбинираните топлоизолациони материјали од дрво и дрвени композити претставуваат вид на градежен материјал, којшто се карактеризира со мала топлоспроводливост. Тоа својство се карактеризира со коефициентот на топлоспроводливост (λ), којшто зависи од насоката на преминување на топлината, влажноста на дрвото, волуменот на порите и од густината на дрвното тело. Овие компоненти најчесто имаат различни коефициенти на топлоспроводливост: дрвната материја (нормално на влакната)–0,420 W/mK, водата–0,590 W/mK, воздухот–0,028 W/mK и карбамидформалдехидната смола во плочите од дрвени иверки (ПДИ)–0,356 W/mK. Присуството на голем број на пори и степенот на заполнетост со вода се од определувачко значење за вредноста на коефициентот на топлоспроводливоста на тие капиларно-порести материјали. Анализата на механизмот за пренесување на топлинската енергија во порестите системи покажува, дека можат да се произведуваат порести материјали со претходно зададени топлоизолациони својства.

Предмет на работата е истражување на топлоизолационите својства на комбинирани дрвени плочи преку определување на коефициентот на преминување на топлината (k), врз чиишто вредности основно влијание има коефициентот на топлоспроводливоста (λ).

^{*)} Д-р Јулија Михајлова, доцент, Лесотехнически универзитет, Софија, Р. Бугарија
Д-р Лилјана Такева, доцент, Лесотехнически универзитет, Софија, Р. Бугарија
Д-р Борче Илиев, вонреден професор, Универзитет "Св. Кирил и Методиј"-Скопје, Шумарски факултет-Скопје, Р. Македонија
Д-р Панајот Панајотов, професор, Лесотехнически универзитет, Софија, Р. Бугарија

2. МЕТОД НА РАБОТА

Конструкцијата на истржуваните градежни плочи е прикажана на сликата 1. Тие се состојат од два слоја на масивно дрво со дебелина од 20 mm, меѓу кои се наоѓаат две плочи од дрвени иверки (ПДИ) со дебелина од по 30 mm.



Сл. 1. Конструкција на комбинирани елементи
1-масивно дрво; 2-плочи од дрвени иверки
Fig.1. Construction of combined elements
1-solid wood; 2-particleboards

Конструкцијата на испитуваните комбинирани градежни плочи, изработени од различни видови на масивно дрво и плочи од дрвени иверки со различна зафатнинска маса е дадена во табелата 1.

Табела 1. Видови на комбинирани градежни плочи
Table 1. Type of combined constructive boards

Вид на плоча <i>Type of board</i>	Комбинирана плоча од два слоја на масивно дрво со дебелина од по 20 mm и две ПДИ со дебелина од по 30 mm <i>Combined board with two layers of solid wood with thickness of 20 mm and two particleboards with thickness of 30 mm</i>	
А	топола + ПДИ + ПДИ + топола <i>poplar + PB + PB + poplar</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 480 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{т}} = 425 \text{ kg/m}^3$
Б	топола + ПДИ + ПДИ + топола <i>poplar + PB + PB + poplar</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 620 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{т}} = 425 \text{ kg/m}^3$
В	топола + ПДИ + ПДИ + топола <i>poplar + PB + PB + poplar</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 710 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{т}} = 425 \text{ kg/m}^3$
Г	смрча + ПДИ + ПДИ + смрча <i>spruce + PB + PB + spruce</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 480 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{см}} = 435 \text{ kg/m}^3$
Д	смрча + ПДИ + ПДИ + смрча <i>spruce + PB + PB + spruce</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 620 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{см}} = 435 \text{ kg/m}^3$
Ѓ	смрча + ПДИ + ПДИ + смрча <i>spruce + PB + PB + spruce</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 710 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{см}} = 435 \text{ kg/m}^3$
Е	даб + ПДИ + ПДИ + даб <i>oak + PB + PB + oak</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 480 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{д}} = 655 \text{ kg/m}^3$
Ж	даб + ПДИ + ПДИ + даб <i>oak + PB + PB + oak</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 620 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{д}} = 655 \text{ kg/m}^3$
З	даб + ПДИ + ПДИ + даб <i>oak + PB + PB + oak</i>	$\rho_{\text{ПДИ}} = 710 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{д}} = 655 \text{ kg/m}^3$

За оценка на топлоизолационите својства на комбинираните градежни елементи од масивно дрво и ПДИ е искористен коефициентот на преминување на топлината (k), определен според изразот:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{на}}} + R + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}}}, \text{W/m}^2\text{K}, \quad (1)$$

каде што се:

$\alpha_{\text{на}}$ -коефициент на предавање на топлината од надворешниот воздух кон елементот, $\text{W/m}^2\text{K}$. При брзина на движење на воздухот од 4 m/s, $\alpha_{\text{на}}=23,26 \text{ W/m}^2\text{K}$;

$\alpha_{\text{вн}}$ -коефициент на предавање на топлината од елементот кон воздухот во просторијата, $\text{W/m}^2\text{K}$. Во услови без ветер и брзина на движење на воздухот до 1 m/s, $\alpha_{\text{вн}}=8,9 \text{ W/m}^2\text{K}$;

$R = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ -термичко спротивставување на слоевите на елементот, mK/W ;

δ_i -дебелина на слоевите кои го градат елементот, m;

λ_i -коефициент на топлоспроводливост на слоевите, W/mK .

Коефициентот k ја определува топлотната моќ, пренесена низ 1m^2 површина на елементот при температурна разлика од 1K помеѓу флуидите кои се наоѓаат од двете страни на соодветниот елемент. За определување на k неопходно е да се познаваат коефициентите на топлоспроводливост на материјалите, кои го градат елементот. За мерење на коефициентот на топлоспроводливост на градежните елементи е применет квазистатичкиот метод. Во споредба со стационарните методи тој има редица предности, како што се: попусти уреди за истражување, покусо време за спроведување на експериментот, можност да гарантира повторување на експериментот при исти услови. Овој метод се заснова на решение на диференцијалната равенка на топлоспроводливоста на неограничен шуплив цилиндар при присуство на внатрешен топлински извор со постојана моќност, поставен во средина со линеарно променлива температура, при гранични услови од трет ред. При тоа, за определување на коефициентот на топлоспроводливоста се употребува равенството:

$$\lambda = \frac{q_0 R_1 \ln \frac{r_2}{r_1}}{\Delta t - \Delta t'}, \text{W/mK}, \quad (2)$$

каде што се:

q_0 -густина на топлинскиот проток на единица внатрешна површина на цилиндарот, W/m^2 ;

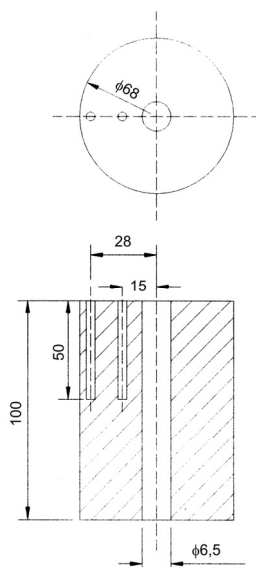
R_1 -внатрешен радиус на шупливиот цилиндар, m;

Δt -температурна разлика во двете точки на испитуваното пробно тело со координати r_1 и r_2 , deg;

$\Delta t'$ -температурна разлика во двете точки на испитуваното пробно тело со координати r_1 и r_2 , при присуство на топлински проток од внатрешниот извор на топлина, deg.

При изведување на мерењата за определување на топлоспроводливоста се употребени пробни тела од лабораториски изработени букови ПДИ. Мерењата на ПДИ се направени во насока на топлинскиот проток нормално на површината на плочата. Пробните тела се изработени од две правоаголни плочи (со димензии $100 \times 70 \times 35 \text{ mm}$), слепени помеѓу себе. Слепувањето е направено со

карбамидформалдехидно лепило. Пробните тела од масивно дрво се од даб, топола и смрча. Изборот на овие видови е поттикнат од неопходноста да бидат застапени дрвни видови со различна градба и густина (зафатнинска маса). Пробните тела се обработени во форма на цилиндар со дијаметар од 68 mm и должина од 100 mm. Се буши отвор по оската со дијаметар од 6,5 mm за монтирање на внатрешнот грејач, а на растојание од 15 и 28 mm од оската во радијална насока се бушат други два отвора со дијаметар од 2 mm и длабочина од 50 mm за поставување на термоелементите.



Сл. 2. Форма и димензии на пробните тела за определување на коефициентот на топлоспроводливост

Fig. 2. Form and dimension of test specimens for determination of coefficient of thermal conductivity

3. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗА

Резултатите од мерењата на коефициентот на топлоспроводливост на изработените пробни тела за температурниот интервал од 293 до 323 K се дадени во табелата 2.

Табела 2. Вредности на коефициентот на топлоспроводливост на испитаните пробни тела

Table 2. Values of coefficient of thermal conductivity of investigated test specimens

Пробно тело <i>Test specimens</i>	Густина, kg/m ³ <i>Density, kg/m³</i>	Коефициент на топлоспроводливост, W/mK <i>Coefficient of thermal conductivity, W/mK</i>
Топола / <i>Poplar</i>	425	0,160
Смрча / <i>Spruce</i>	435	0,170
Даб / <i>Oak</i>	655	0,230
ПДИ / <i>PВ</i>	480	0,182
ПДИ / <i>PВ</i>	620	0,217
ПДИ / <i>PВ</i>	710	0,240

Резултатите од пресметаните вредности на коефициентот на преминување на топлината за различни видови на комбинирани градежни плочи се дадени во табелата 3.

Табела 3. Коефициенти на преминување на топлината на комбинираните плочи за внатрешната и надворешната страна

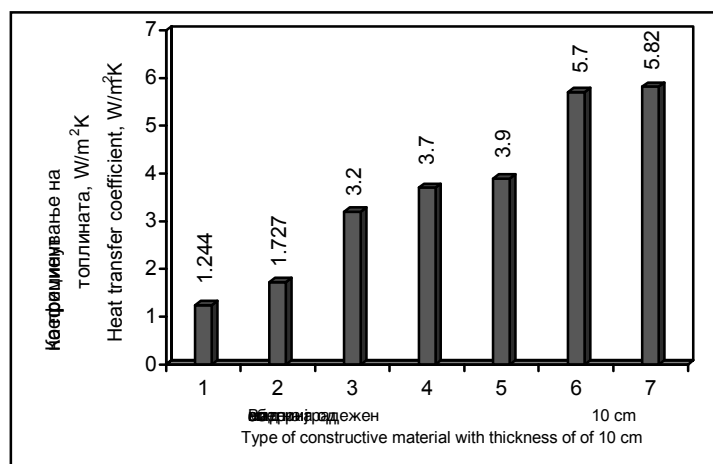
Table 3. Heat transfer coefficients of combined boards for inside and outside of the board

Вид на плоча Type of boards	Коефициент на преминување на топлината на внатрешниот сид, W/m ² K Heat transfer coefficient of inside wall, W/m ² K	Коефициент на преминување на топлината на надворешниот сид, W/m ² K Heat transfer coefficient of outside wall, W/m ² K
A	1,244	1,361
Б	1,332	1,467
В	1,381	1,527
Г	1,267	1,389
Д	1,395	1,499
Г	1,410	1,562
Е	1,374	1,517
Ж	1,483	1,652
З	1,543	1,727

4. ЗАКЛУЧОЦИ

Врз основа на резултатите од спроведените истражувања, можат да се донесат следниве заклучоци:

1. Коефициентот на преминување на топлината на испитаните комбинирани плочи се движи во границите од 1,244 до 1,727 W/m²K. Со зголемување на густината на масивното дрво и на ПДИ од коишто е составена соодветната комбинирана плоча како градежен елемент, се зголемува нејзиниот коефициент на топлоспроводливост, коешто од своја страна го зголемува коефициентот на преминување на топлината на градежниот елемент.
2. Комбинираните плочи од масивно дрво и ПДИ имаат подобри топлоизолациони својства со споредба со традиционалните градежни материјали, како што се: блок тулите, класичните тули со отвори, класичните полни тули, лесниот бетон и армираниот бетон. За да постигнат ист топлоизолационен ефект, материјалите со коишто се споредени комбинираните плочи треба да се со значително поголема дебелина. Споредбата е дадена на сл. 3.



Сл. 3. Споредба на топлоизолационите својства на комбинираните дрвени елементи со традиционалните градежни материјали: 1-внатрешен сид од комбинирани дрвени плочи; 2-надворешен сид од комбинирани дрвени плочи; 3-лесен бетон;

4-блок тули; 5-класични тули со отвори; 6-класични полни тули; 7-армиран бетон

Fig. 3. Comparison of thermal insulation properties of combined wooden elements with traditional constructive materials: 1-inside wall of combined wooden boards; 2-outside wall of combined wooden boards; 3-light concrete; 4-block bricks; 5-classic bricks with hollownes; 6-classic solid bricks; 7-reinforced concrete

3. Резултатите од спроведените истражувања неспорно докажуваат, дека поради добрите топлоизолациони својства и можноста да се монтираат брзо и лесно,, комбинираните градежни плочи од масивно дрво и плочи од дрвени иверки можат со успех да се употребуваат во градежништвото, како за внатрешни преградни сидови, така и за надворешни облоги.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Василев, Л.Л., Танева, С.А. (1971): Теплофизические свойства пористых материалов, Наука и техника, Москва.
[2] Цветков, Ф.Ф., Григорьев, Б.А. (2005): Тепломассообмен, Издательство МЭИ, Москва.

THERMAL INSULATION PROPERTIES OF COMBINED WOODEN BOARDS

Julia MIHAILOVA, Liliana TAKEVA, Borce ILIEV, Panayot PANAYOTOV^{*)}

SUMMARY

Combined wooden materials and wooden composites have a relatively low thermal conductivity. This property is characterized with coefficient of thermal conductivity (λ), which depends on direction of heat transferring, wood humidity, volume of the pores and density of the wooden material. Separately, this components have a different coefficients of thermal conductivity: wood matter (perpendicular to the wooden fibers)—0,420 W/mK, water—0,590 W/mK, air—0,028 W/mK and particleboards on the base of urea formaldehyde resin—0,356 W/mK.

The object of the work is the research of thermal insulation properties of combined wooden boards trough determination of heat transfer coefficient (k), on which value the main influence has the coefficient of thermal conductivity (λ).

The method used for measuring the coefficient of thermal conductivity (λ) is characterized with series of advantages such as simple apparatuses used for measuring, universality and fastness compared with other methods.

Key words: combined wooden boards, solid wood, particleboards, thermal conductivity, heat transfer

^{*)} Julia Mihailova, Ph.D., assistant professor, University of Forestry, Sofia, R. of Bulgaria

Liliana Takeva, assistant professor, University of Forestry, Sofia, R. of Bulgaria

Borce Iliev, Ph.D., associate professor, University "St. Cyril and Methodius"-Skopje, Faculty of Forestry-Skopje, R. of Macedonia

Panayot Panayotov, professor, University of Forestry, Sofia, R. of Bulgaria