



Приета: 08.02.2016 г.

Преработена: 22.02.2016 г.

Одобрена: 07.03.2016 г.

ПРОМЯНА НА КОЕФИЦИЕНТА НА ТОПЛОПРОВОДНОСТ В ЗАВИСИМОСТ ОТ ИЗМЕНЕНИЕ НА ВЛАЖНОСТТА И ВЛИЯНИЕТО Ѐ СЪВМЕСТНО С ТЕМПЕРАТУРАТА ЗА КЛЕТЪЧЕН БЕТОН

Пл. Чобанов¹

Ключови думи: влажност, коефициент на топлопроводност, клетъчен бетон

РЕЗЮМЕ

Анализира се изменението на коефициента на топлопроводност за клетъчен бетон в зависимост от изменение на влажността. Работи се с втора система от стандартните условия. Получените при изменение на влажността резултати се комбинират с резултатите при изменение на температурата за територията на България, като полученият комплексен резултат дава сумарно коригираните коефициенти на топлопроводност за разглеждания материал.

Въведение

Основното свойство, характеризиращо топлоизолиращата способност на строителните материали, е тяхната топлопроводност. Това свойство при всеки материал се изразява чрез коефициента му на топлопроводност. Преносът на топлина има съществена роля при анализа на топлинните характеристики на ограждащите конструкции. Значимостта на това свойство му отрежда особено място в съвременните нормативни документи. В [3] са разгледани (нормирани) редица фактори, влияещи върху неговата стойност.

¹ Пламен Чобанов, доц. д-р инж., кат. „Строителни материали и изолации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: chobanov_fce@uacg.bg

При топлотехническо проектиране на ограждащи конструкции [2] възниква въпросът за коректната стойност на коефициента на топлопроводност, в която са отчетени всички нормирани фактори, влияещи върху неговата стойност.

Анализ на влажността

Ще се анализира изменението на коефициента на топлопроводност за клетъчен бетон в зависимост от изменение на влажността. Работи се с втора система от стандартните условия, при която температурата на средата се задава $\theta = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ при относителни влажности от $\phi = 50\%$ и $\phi = 80\%$.

Анализът се извършва по стандарт [3], определящ методи за определяне на декларираните и оразмерителни стойности на коефициента на топлопроводност за хомогенни строителни материали и продукти. Тези процедури са валидни за изчислителни температури на средата между $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ и $+60 \text{ }^\circ\text{C}$. В този стандарт изменението на коефициента на топлопроводност на материалите при изменение на влажността се отчита чрез фактора на преобразуване за влажност по маса – F_m . С него се отчита вида и влиянието на влажностните режими, върху топлопроводността на материала:

$$\lambda_2 = \lambda_1 F_m, \quad (1)$$

където в нашия случай $\lambda_1 = \lambda_{10,dry}$ е декларирана/измерена стойност на коефициента на топлопроводност, а F_m е фактор на преобразуване за влажност.

$$F_m = e^{f_U(U_2 - U_1)}, \quad (2)$$

където e е Неперово число ($e \approx 2,718$);

f_U – коефициент на преобразуване за влажност по маса;

U_1 – съдържанието на влага по маса при първа система от условия, които за нашия случай са $\theta = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 0\%$;

U_2 – съдържанието на влага по маса при втора система от условия, които за нашия случай са $\theta = 23 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 50\%$ и $\phi = 80\%$.

Избраният за анализа клетъчен бетон е с $\lambda_{10,dry} = 0,110 \text{ W/mK}$. Тази стойност в нашия случай се използва за формиране на първа система от условия – $\lambda_1 = \lambda_{10,dry}$. Определят се необходимите коефициенти за изчислението според [2], [3]:

Таблица 1. Параметри за влажност

	Система от условия		
	I – 10 °C		
Референтна температура	10 °C	10 °C	10 °C
Влажност по маса	$U_{dry} = 0$	$U_{23,50} = 0,026$	$U_{23,80} = 0,045$
Стандарт	[3, табл. 4]		

За $f_U = 4 \text{ kg/kg}$ отчетено от [2, табл. А] и [3, табл. 4].

За избрания клетъчен бетон за фактора на преобразуване за влажност – F_m – имаме съответно:

– За система от условия: $\theta = 23\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 50\%$;

$$F_m = e^{f_U(U_2-U_1)} = e^{4(0,026-0,0)} = 1,1096,$$

$$\lambda_u = \lambda_2 = \lambda_1 F_m = \lambda_{10,dry} F_m = 0,110.1,1096 = 0,122 \text{ W/mK}.$$

Тази стойност се различава от приетата базовата стойност на λ_1 с 10,9%.

– За система от условия: $\theta = 23\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 80\%$;

$$F_m = e^{f_U(U_2-U_1)} = e^{4(0,045-0,0)} = 1,1972,$$

$$\lambda_u = \lambda_2 = \lambda_1 F_m = \lambda_{10,dry} F_m = 0,110.1,1972 = 0,132 \text{ W/mK}.$$

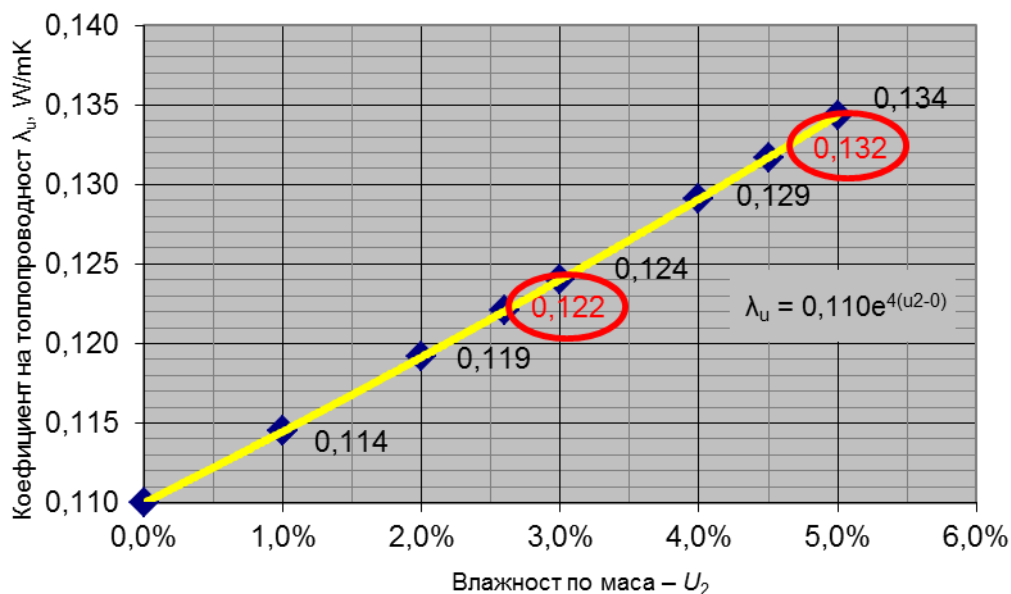
Тази стойност се различава от приетата базовата стойност на λ_1 с 20,0%.

Таблица 2. Параметри зима

Климатична зона	За най-студения месец			За трите най-студени месеца		
	λ'_u	$\lambda_u^{50\% \text{ зима}}$	$\lambda_u^{80\% \text{ зима}}$	λ''_u	$\lambda_u^{50\% \text{ зима}}$	$\lambda_u^{80\% \text{ зима}}$
1	2	3	4	5	6	7
1 Северно Черноморие	0,1108	0,1229	0,1326	0,1109	0,1231	0,1328
2 Добруджа	0,1106	0,1227	0,1324	0,1106	0,1227	0,1324
3 Северна България – поречието на р. Дунав	0,1105	0,1226	0,1322	0,1105	0,1226	0,1323
4 Северна България – централна част	0,1104	0,1225	0,1322	0,1106	0,1227	0,1324
5 Южно Черноморие	0,1108	0,1229	0,1327	0,1110	0,1231	0,1328
6 Южна България – централна част	0,1105	0,1226	0,1323	0,1107	0,1228	0,1325
7 София и Подбалканската долина	0,1104	0,1225	0,1322	0,1105	0,1226	0,1323
8 Южна България	0,1106	0,1227	0,1324	0,1108	0,1229	0,1326
9 Югозападна България	0,1108	0,1229	0,1327	0,1110	0,1232	0,1329

Таблица 3. Параметри лято

Климатична зона	За най-топлия месец			За трите най-топли месеца		
	λ'_u	$\lambda_{u^{50\% \text{ лято}}}$	$\lambda_{u^{80\% \text{ лято}}}$	λ''_u	$\lambda_{u^{50\% \text{ лято}}}$	$\lambda_{u^{80\% \text{ лято}}}$
1	2	3	4	5	6	7
1 Северно Черноморие	0,1142	0,1267	0,1367	0,1140	0,1264	0,1364
2 Добруджа	0,1138	0,1262	0,1362	0,1136	0,1261	0,1360
3 Северна България – поречието на р. Дунав	0,1142	0,1268	0,1368	0,1141	0,1266	0,1366
4 Северна България – централна част	0,1142	0,1267	0,1367	0,1140	0,1265	0,1365
5 Южно Черноморие	0,1141	0,1267	0,1367	0,1140	0,1265	0,1365
6 Южна България – централна част	0,1142	0,1267	0,1367	0,1140	0,1265	0,1365
7 София и Подбалканската долина	0,1138	0,1263	0,1362	0,1136	0,1261	0,1360
8 Южна България	0,1142	0,1267	0,1367	0,1140	0,1265	0,1365
9 Югозападна България	0,1143	0,1269	0,1369	0,1142	0,1267	0,1367



Фиг. 1. Изменение на коефициента на топлопроводност при изменение на влажността по маса

Изменението на коефициента на топлопроводност за влажност при избрания клетъчен бетон за различна влажност по маса – U_2 – е представено на фиг. 1.

Анализ на комплексното влияние на влажността съвместно с температурата

Получените при изменение на влажността резултати ще се комбинират с резултатите от [4] при изменение на температурата за територията на България (девет климатични зони) [1], като се получи комплексен резултат (3), даващ сумарно коригираните коефициенти на топлопроводност за разглеждания материал.

$$\lambda_2 = \lambda_1 F_m F_T, \quad (3)$$

където в нашия случай $\lambda_1 = \lambda_{10, dry} = 0,110 \text{ W/mK}$ е декларирана/измерена стойност на коефициента на топлопроводност;

F_m – фактор на преобразуване за влажност;

F_T – фактор на преобразуване за температура.

Използват се получените резултати от [4, табл. 11 и табл. 12], като колони 5 и 9 от тях са пренесени в табл. 2 и табл. 3, колони 2 и 5 – съответно. В табл. 2 и табл. 3 са изчислени коригираните коефициенти на топлопроводност по сезони за различните разглеждани влажности по месеци и тримесечия. Вижда се, че коригираните коефициенти на топлопроводност за месец и тримесечие, по сезони, не се различават съществено, затова ще се анализират по-строгите стойности от резултатите – за месец по сезони.

За зимата (табл. 2) получената средна стойност на коригираните коефициенти на топлопроводност $\lambda_u^{50\% \text{ зима}}$ (колона 3) за месец е равна на $\lambda_u^{50\% \text{ зима}} = 0,12271 \text{ W/mK}$ и $\lambda_u^{80\% \text{ зима}}$ (колона 4) за месец е равна на $\lambda_u^{80\% \text{ зима}} = 0,13239 \text{ W/mK}$.

Тези стойности се различават от приетата при първа система от условия стойност на $\lambda_1 = 0,110 \text{ W/mK}$ съответно с 11,6% и с 20,4%.

За лятото (табл. 3) получената средна стойност на коригираните коефициенти на топлопроводност $\lambda_u^{50\% \text{ лято}}$ (колона 3) за месец е равна на $\lambda_u^{50\% \text{ лято}} = 0,12662 \text{ W/mK}$ и $\lambda_u^{80\% \text{ лято}}$ (колона 4) за месец е равна на $\lambda_u^{80\% \text{ лято}} = 0,13662 \text{ W/mK}$.

Тези стойности се различават от приетата при първа система от условия стойност на $\lambda_1 = 0,110 \text{ W/mK}$ съответно с 15,1% и с 24,2%.

Интересно е да се отбележи по-голямото (с над 5 пъти) влияние на влажността спрямо това на температурата за територията на България за разглеждания материал.

За различните сезони и условия се наблюдава съществено изменение в неблагоприятна посока на коригираните коефициенти на топлопроводност за разглежданите фактори. Промяната на тези стойности би довела до съществени промени в работата на материалите в топлотехническо отношение, ето защо тяхното отчитане при извършване на топлотехническа оценка е задължително.

Изводи

1. Влажността влияе по-силно върху изменението на коригираните коефициенти на топлопроводност, отколкото температурата.
2. Изменението на коригираните коефициенти на топлопроводност под влияние на анализирания фактори е съществено и то не може да се пренебрегва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наредба № 7. Енергийна ефективност на сгради.
2. БДС EN 1745:2012. Зидария и продукти за зидария. Методи за определяне на топлинни свойства.
3. БДС EN ISO 10456:2008. Строителни материали и продукти. Хигротермални свойства. Таблични стойности и процедури за определяне на деклариран и проектни топлинни стойности.
4. *Чобанов, Пл.* Промяна на коефициента на топлопроводност при клетъчни бетони в зависимост от температурата за условията на България, Международна научна конференция на ВСУ, 2016.

CHANGE OF THE THERMAL CONDUCTIVITY DEPENDING ON THE VARIATION OF HUMIDITY AND ITS IMPACT TOGETHER WITH THE TEMPERATURE OF CELLULAR CONCRETE

Pl. Chobanov¹

Keywords: humidity, thermal conductivity coefficient, cellular concrete

ABSTRACT

The change of the thermal conductivity coefficient of cellular concrete according to the change in humidity is analyzed. The work is carried out with a second set of standard conditions. The results received from the changes in humidity are combined with the results of temperature change on the territory of Bulgaria. Thus, the received complex result shows the total adjustment of thermal conductivity coefficients for the considered material.

¹ Plamen Chobanov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Building Materials and Insulations", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: chobanov_fce @uacg.bg