



Получена: 28.02.2017 г.

Приета: 02.05.2017 г.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МНОГОСЛОЙНИ ОГГРАЖДАЩИ СИСТЕМИ НА СГРАДИ С ТУХЛЕНА И СТОМАНОБЕТОННА НОСЕЩА КОНСТРУКЦИЯ, ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА КАПИЛЯРНО АКТИВНИ ТОПЛОИЗОЛАЦИОННИ МАТЕРИАЛИ ОТ ВЪТРЕШНАТА СТРАНА

Пл. Чобанов¹, К. Ненов²

Ключови думи: топлоизолация, хидротермално поведение, температурни линии

РЕЗЮМЕ

Представеното изследване на многослойни ограждащи конструкции, използвайки капилярно активни топлоизолационни материали, разширява анализа на капилярно активните топлоизолационни материали, разглеждайки ги като еднослойни ограждащи системи.

Ще се анализират резултати от числени модели за многослойни ограждащи конструкции с тухлена и стоманобетонна стена като конструктивна схема. Ще бъде оценен приносът на капилярноактивния топлоизолационен материал при натрупването на кондензна влага.

Ще бъдат предложени идеи за бъдещи изследвания относно възможността от използването на капилярноактивни топлоизолации, при топлинни мостове.

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

² Константин Ненов, инж. докторант, кат. „Строителни материали и изолации”, УАСГ, бул. “Хр. Смирненски“ 1, София 1046, nelkov88@gmail.com

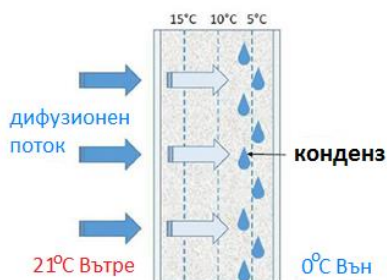
1. Въведение

Според данни от статистиката за България, отнесено към 2004 г., 93% от съществуващия жилищен фонд е частна собственост и 62% от него е с външни стоманобетонени стени (в това число панелни сгради). Трябва да се има предвид, че около 40% от жилищния фонд, изграждащ се в периода от 1919 г. до 2000 г., е построен до 1960 г., за периода 1961 – 1991 г. са построени 50%, а от 1991 до 2000 останалите 10%. Първата „Инструкция за проектиране и изпълнение на топлинната изолация в сградостроителството“ излиза през 1960 г., а през 1992 г. се публикува „Наредба за разработване на част „Топлотехническа ефективност на ограждащите конструкции на сградите““, която се актуализира през 1999 г. и през 2004 г.

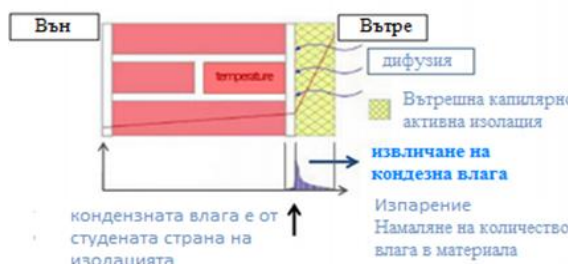
Следователно още на ниво проект 90% от панелните сгради не отговарят на изискванията от 1992 г., а към 1999 г. те са в пъти по-лоши според топлотехническите показатели на ограждащите елементи.

Една възможност за понижаване възможността за натрупване на кондензна влага е чрез използването на капилярноактивни топлоизолационни материали, разположени от вътрешната страна на сградата. Тези топ-топлоизолации се използват, когато е невъзможно поставянето им от външната страна, например в сгради паметници на културата – училища, църкви и др.

2. Физическа същност на капилярноактивните топлоизолационни материали



Фиг. 1. Образуване на конденз в строителните материали



Фиг. 2. Капилярен пренос на кондензна вода в порите на материала

Много автори [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] недвусмислено доказват капилярния ефект като физически процес, който води до по-ниски стойности на натрупаната кондензна влага.

На фиг. 1 и фиг. 2 схематично е представен физическият процес, при който благодарение на порестата си структура, свързаността на порите и адхезията на водните молекули към стените на порите, капилярноактивните топлоизолационни материали могат да занесат кондензираната влага към по-топлия си край, където тя да се изпари.

Такъв тип топлоизолации са хигроскопични с над 50% отвореност на порите. За отчитане на приноса им ще използваме специализиран софтуер, с помощта на който ще определим натрупването на кондензна влага през зимния сезон. Важно е да се спомене, че софтуерът използва данни за климата за всеки час, като в случая са използвани климатичните данни за гр. София.

Ще разгледаме многослойни оградящи конструкции, с конструктивна схема тухлена и стоманобетонна стена, като ще обобщим резултати за натрупването на влага и ги представим графично. Ще бъдат използвани еднакви коефициенти на топлопреминаване U , съответстващи на различните дебелини на топлоизолационния слой.

3. Изследване на влажностния режим на многослойни оградящи конструкции

Ще разгледаме два типа оградящи конструкции, с конструктивна схема тухлена и стоманобетонна стена.

За целите на статията, ще използваме една и съща дебелина на конструктивния материал, както и на всички останали слоеве, освен топлоизолационния.



Фиг. 4. Многослойна оградяща конструкция с конструктивна схема стоманобетонна стена



Фиг. 5. Многослойна оградяща конструкция с конструктивна схема тухлена стена

Таблица 1. Многослойна оградящата конструкция с конструктивна схема тухлена стена

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---------------------------------------------|-------------------|-------|
| № | Вид на слоя | λ , W/m°C | μ |
| - | Вътре | | |
| 1 | Вътрешна мазилка | 0,80 | 8,3 |
| 2 | Разтвор (вътрешна мазилка) | 0,155 | 15,1 |
| 3 | Капиллярноактивен топлоизолационен материал | 0,040 | 4,1 |
| 4 | Разтвор (лепилен) | 0,155 | 15,1 |
| 5 | Вътрешна мазилка | 0,800 | 8,3 |
| 6 | Тухлена зидария от плътни тухли | 0,60 | 15,0 |
| 7 | Външна мазилка | 0,93 | 9,0 |
| - | Вън | | |

Таблица 2. Многослойна ограждащата конструкция с конструктивна схема стоманобетонна стена

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------------------------------|-------------------|-------|
| № | Вид на слоя | λ , W/m°C | μ |
| - | Вътре | | |
| 1 | Вътрешна мазилка | 0,80 | 8,3 |
| 2 | Разтвор (вътрешна мазилка) | 0,155 | 15,1 |
| 3 | Капилярноактивен топлоизолационен материал | 0,040 | 4,1 |
| 4 | Разтвор (лепилен) | 0,155 | 15,1 |
| 5 | Вътрешна мазилка | 0,800 | 8,3 |
| 6 | Стоманобетонна стена | 1,600 | 80,0 |
| 7 | Външна мазилка | 0,93 | 9,0 |
| - | Вън | | |

4. Резултати от изследването на многослойни ограждащи конструкции

В табл. 3 и табл. 4 са представени резултати от ограждащата конструкция на фиг. 3 и фиг. 4, като:

W_k е натрупана влага през зимния период, изчислена съгласно софтуерен продукт WUFI Pro, без отчитане на капилярната активност;

W_{k-c} – натрупана влага през зимния период, изчислена съгласно софтуерен продукт WUFI Pro, с отчитане на капилярната активност;

Наредба 7 от 15.12.2004 г. – изчисление на натрупаната влага, съгласно действащата нормативна уредба;

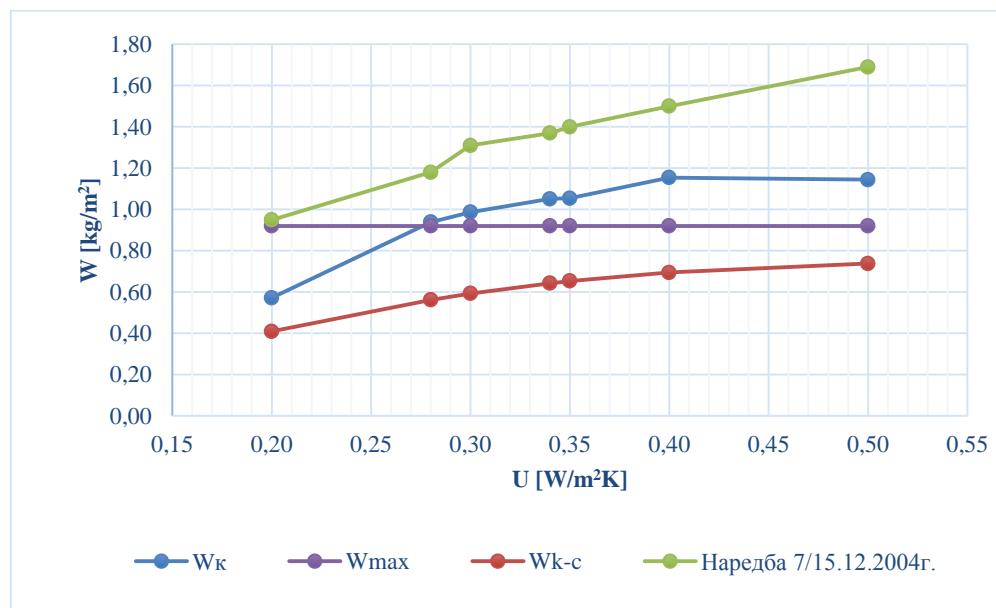
W_{\max} (YM) – максимално допустима влага в топлоизолационния материал, съгласно Наредба 7 от 15.12.2004 г.

$\frac{W_{\max} - W_k}{W_{\max}}$, % – отношение, отразяващо ефективността на топлоизолационния материал без отчитане на капилярната активност;

$\frac{W_{\max} - W_{k-c}}{W_{\max}}$, % – отношение, отразяващо ефективността на топлоизолационния материал с отчитане на капилярната активност.

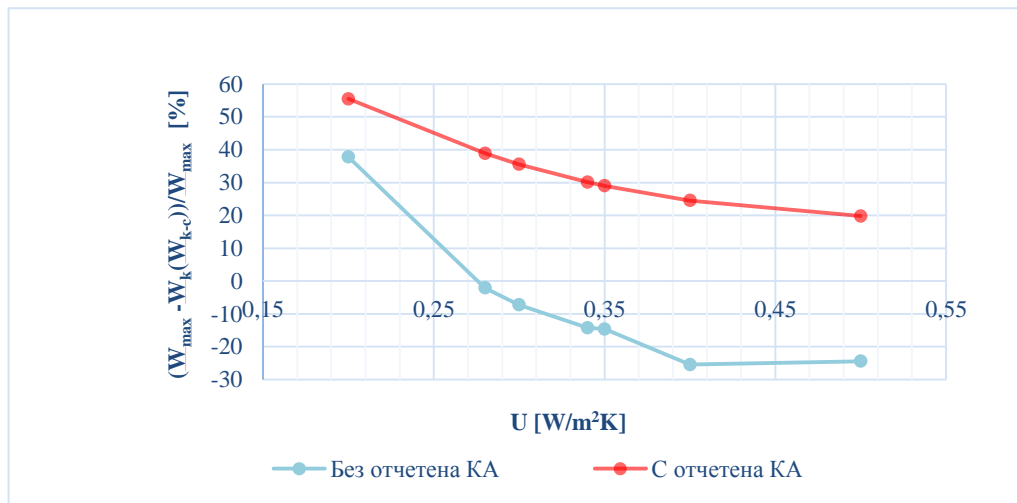
Таблица 3. Тухлена стена + капилярноактивен топлоизолационен материал

| Натрупана влага, kg/m^2 (вътрешна изолация) | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| U [W/mK] = | 0,20 | 0,28 | 0,30 | 0,34 | 0,35 | 0,40 | 0,50 |
| $d_{\text{топлоизолация}}$ [cm] = | 19,00 | 13,00 | 11,00 | 10,00 | 9,60 | 8,00 | 5,70 |
| W_k | 0,5722 | 0,9391 | 0,9866 | 1,0509 | 1,0544 | 1,1541 | 1,1445 |
| W_{k-c} | 0,4096 | 0,5621 | 0,5932 | 0,6426 | 0,6532 | 0,6944 | 0,7381 |
| Наредба 7 от 15.12.2004 | 0,9500 | 1,1800 | 1,3100 | 1,3700 | 1,4000 | 1,5000 | 1,6900 |
| W_{max} (YM) | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 |
| $\frac{W_{\text{max}} - W_k}{W_{\text{max}}}, \%$ | 37,80 | < 0 | < 0 | < 0 | < 0 | < 0 | < 0 |
| $\frac{W_{\text{max}} - W_{k-c}}{W_{\text{max}}}, \%$ | 55,47 | 38,91 | 35,53 | 30,15 | 29,00 | 24,52 | 19,77 |



Фиг. 5. Тухлена стена + капилярноактивен топлоизолационен материал, разположен от вътрешната му страна

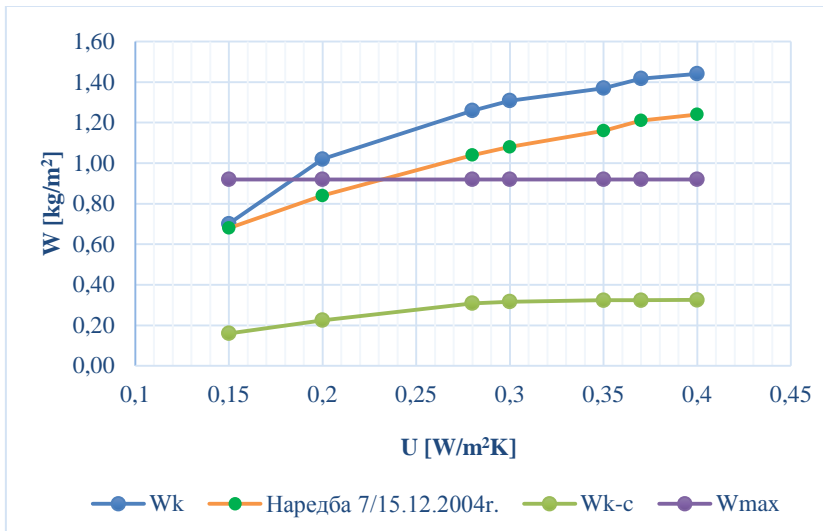
На фиг. 6 и фиг. 8 е представен приносът на капилярната активност, като отношение на натрупаната влага, със и без нейното отчитане, към максимално допустимата, съгласно нормативната уредба у нас.



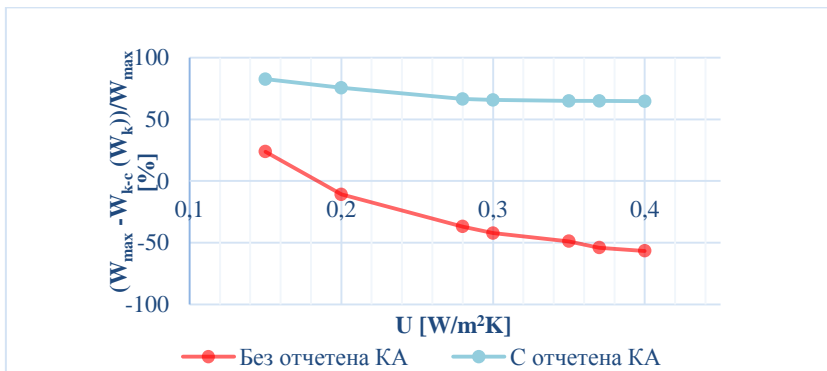
Фиг. 6. Принос на капилярната активност

Таблица 4. Стоманобетонна стена + капилярноактивен топлоизолационен материал

| Натрупана влага, kg/m ² (вътрешна изолация) | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| U [W/mK] = | 0,15 | 0,2 | 0,28 | 0,3 | 0,35 | 0,37 | 0,4 |
| d _{топлоизолация} [cm] = | 28 | 20,3 | 14 | 13 | 11 | 10 | 9,5 |
| W _k | 0,7008 | 1,0198 | 1,2592 | 1,3083 | 1,3696 | 1,4167 | 1,4411 |
| W _{k-c} | 0,1604 | 0,2251 | 0,3089 | 0,3164 | 0,3238 | 0,3235 | 0,3256 |
| Наредба 7 от 15.12.2004 | 0,6800 | 0,8400 | 1,0400 | 1,0800 | 1,1600 | 1,2100 | 1,2400 |
| W _{max} (YM) | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 | 0,9200 |
| $\frac{W_{\max} - W_k}{W_{\max}}, \%$ | 82,56 | 75,53 | 66,43 | 65,61 | 64,81 | 64,84 | 64,61 |
| $\frac{W_{k-c}}{W_{\max}}, \%$ | 23,82 | < 0 | < 0 | < 0 | < 0 | < 0 | < 0 |



Фиг. 7. Стоманбетонна стена + капилярноактивен материал, разположен от вътрешната му страна



Фиг. 8. Принос на капилярната активност

5. Изводи

1. При използване на капилярноактивен топлоизолационен материал от вътрешната страна на анализирания тухлена стена, с отчитане на капилярната активност, натрупаната влага в ограждащия елемент е в допустими граници, за разлика от случая без отчитане на капилярния ефект.
2. При използване на капилярноактивен топлоизолационен материал от вътрешната страна на анализирания стоманобетонна стена, с отчитане на капилярната активност, натрупаната влага в ограждащия елемент е в допустими граници, за разлика от случая без отчитане на капилярния ефект.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка по договор БН-83/2015 е подкрепена финансово от Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kunzel, H. M.* Simultaneous Heat and Moisture Transport in Building Components. 1995, 65 p.
2. *Krus, M.* Moisture Transport and Storage Coefficients of Porous Mineral Building Materials. 1998, 88 p.
3. *Scheffler, G.* Hygric Performance of internal insulation with light-weight autoclaved aerated concrete. 2011, 13 p.
4. *Haupt, P.* On use of capillary active materials for rehabilitation of historic building. 44 p.
5. *Binder, A., Zirkelbach, D., Künzel, H.* New method to quantify liquid transport inside hydrophilic interior insulation materials. 2010, 9 p.
6. *Binder, A., Zirkelbach, D., Künzel, H.* Test method to quantify the wicking properties of porous insulation materials designed to prevent interstitial condensation. 2010, 6 p.
7. *Fries, N.* Capillary transport processes in porous materials – experiment and model. 2010, 186 p.
8. *Rucker, P., Holm, A., Krus, M.* Determination of moisture and salt content distributions by combining NMR and gamma ray measurements. 2000, 11 p.

STUDY OF MULTI-LAYERED SURROUNDING STRUCTURES OF BUILDINGS WITH BRICK OR REINFORCED CONCRETE WALLS, BASED ON CAPILLARY ACTIVE MATERIALS

P. Chobanov¹, K. Nenov²

Keywords: thermal insulation, hydrothermal behavior, temperature lines

ABSTRACT

The present study of multi-layered surrounding structures using capillary active thermal insulation materials expands the analysis of capillary active thermal insulation materials considering them as single-layered surrounding structures.

The results of the numerical models of multi-layered surrounding structures with brick and reinforced concrete wall as a constructive scheme are analyzed. The contribution of capillary active thermal insulation material in the accumulation of condensed moisture is assessed.

Ideas for future research on the possibility of using capillary active thermal insulation at thermal bridges are proposed.

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

² Konstantin Nenov, Eng. PhD student, Dept. “Building Materials and Insulations”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: nelkov88@gmail.com