



Приета: 29.02.2016 г.

Преработена: 15.03.2016 г.

Одобрена: 01.04.2016 г.

АНАЛИЗ НА ТОПЛИННИ МОСТОВЕ В СЕИЗМИЧНИ РАЙОНИ – КОЛОНА В СТЕНА

Пл. Чобанов¹

Ключови думи: топлинен мост, температурни полета

РЕЗЮМЕ

Топлинните мостове в сеизмичните райони определят съществен дял от загубите на топлина. Това се предопределя от завишените конструктивни изисквания в тези райони. При топлотехническо проектиране на сгради най-често възникват въпроси за степента на покритие с топлоефективен материал на образувалите се обикновено от стоманобетонни елементи конструктивни топлинни мостове в ограждащите елементи на сградата. Предмет на анализа е пример на конструктивен топлинен мост при стена и квадратна стоманобетонна колона, минаваща през нея.

Проблемът

Топлинните мостове в сеизмичните райони определят съществен дял от загубите на топлина [4]. Това се предопределя от завишените конструктивни изисквания в тези райони. Оптимизирането на тези детайли в топлотехническо отношение води да съществен ефект в икономията на енергия.

При топлотехническо проектиране на сгради [2] най-често възникват въпроси за степента на покритие с топлоефективен материал на образувалите се обикновено от стоманобетонни елементи конструктивни топлинни мостове в ограждащите елементи на сградата. Проектантът разполага с конструктивната схема на елементите и с ефективния топлоизолационен материал за решение на образуващите се конструктивни топлинни

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

мостове. Трябва да се определят дебелината и размерите на топлоизолационен материал гарантиращ ефективно решение за топлинните загуби.

Анализ

Предмет на анализа е пример на конструктивен топлинен мост при стена и квадратна стоманобетонна колона, минаваща през нея – вж. фиг. 1.

Топлопроводността през стоманобетонната колона е оптимизирана (ограничена) чрез покритие с ефективен топлоизолационен материал с приета дебелина равна на $d = 5$ cm, която не се променя при изследването. При решените варианти се променя размерът на топлоизолация над колоната през 2 cm от двете ѝ страни.



Фиг. 1. Конструктивен топлинен мост при стена и стоманобетонна колона, минаваща през нея

Анализът за разглежданите варианти на топлинния мост е извършен за гранични условия за отопляемите и неотопляемите пространства (зони), дадени в табл. 1.

Таблица 1. Гранични условия

Пространство (зона)	θ , °C	R_s , (m ² ·K)/W
Отопляема	+20	0,13
Неотопляема	-16	0,04

θ – температура на въздуха в зоната;

R_s – съпротивление на топлопредаване между въздух и конструкция.

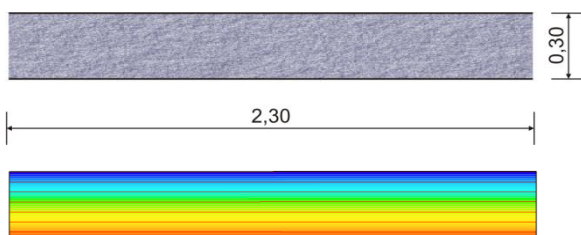
За разглежданите варианти на топлинния мост са използвани строителни материали с коефициенти на топлопроводност, показани в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики на материалите

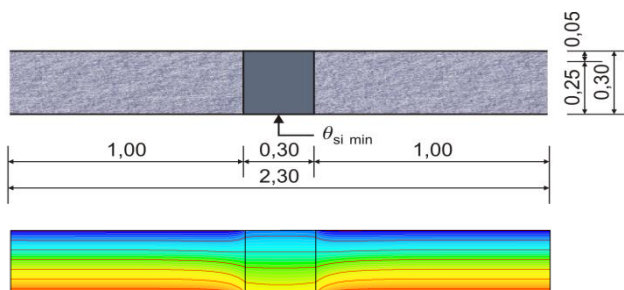
Материал	$\lambda_u, \text{W/mK}$
Клетъчен бетон	0,16
Топлоизолация	0,03
Сторманобетон	1,63

Решени са десет варианта на разглеждания детайл ($W1 \div W10$). Геометричните размери за всеки от вариантите на детайлите са показани на всяка от схемите – съответно. За всеки вариант на детайл (топлинен мост) е извършено решение [1] и са показани изотерми с разпределение на температурата в пределите на детайла. Получените резултати от решението и анализа за всеки вариант са представени в табл. 3.

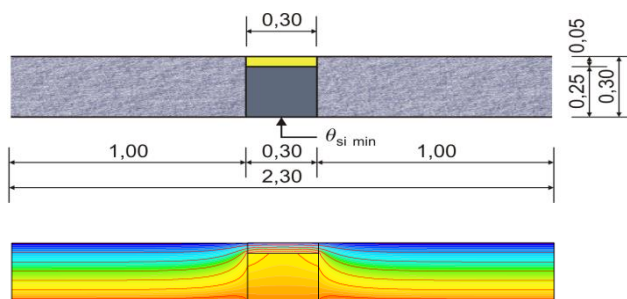
На фиг. 2 до фиг. 11 са представени схеми и изотерми на десетте варианта на разглеждания детайл от $W1$ до $W10$.



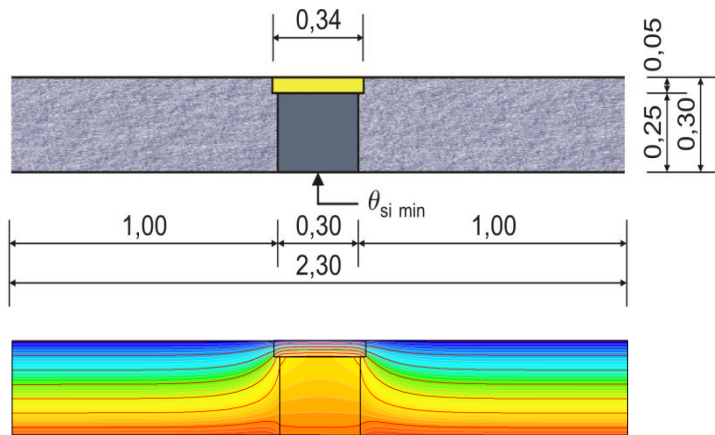
Фиг. 2. Детайл $W1$. Стена от клетъчен бетон без колона – схема и изотерми



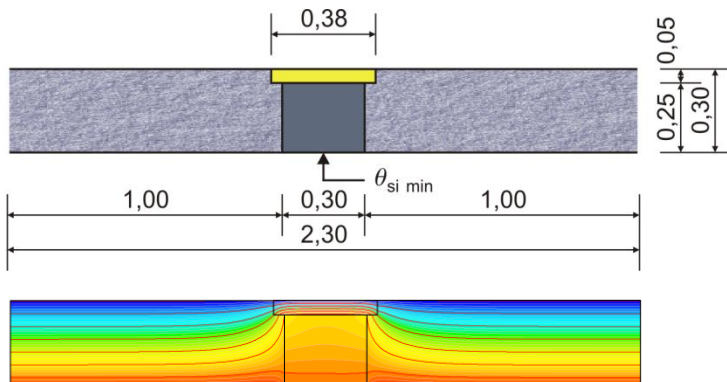
Фиг. 3. Детайл $W2$. Стена от клетъчен бетон с колона без топлоизолация – схема и изотерми



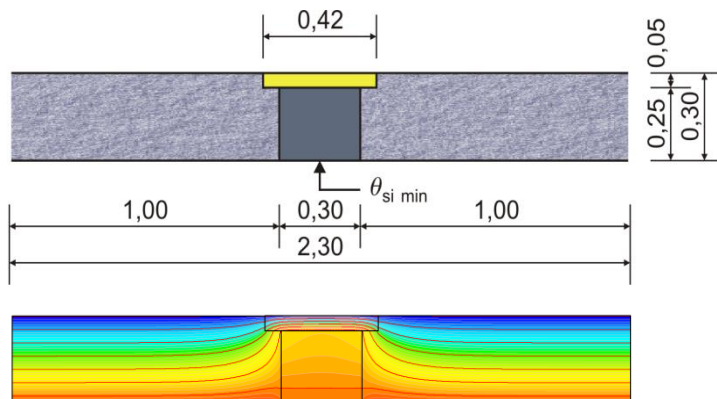
Фиг. 4. Детайл $W3$. Стена от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 30 cm – схема и изотерми



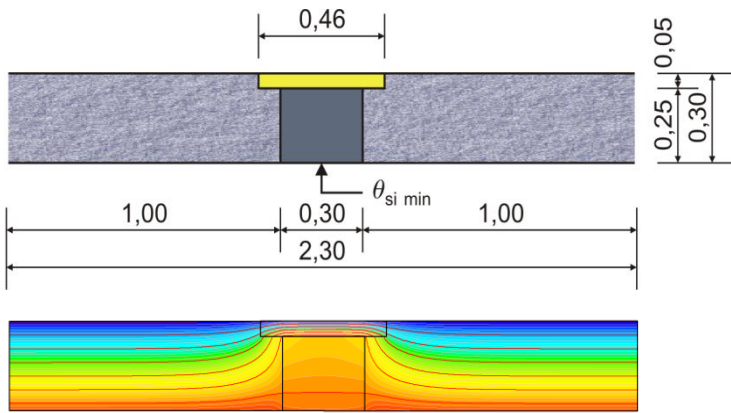
Фиг. 5. Детайл W4. Стена от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 34 cm – схема и изотерми



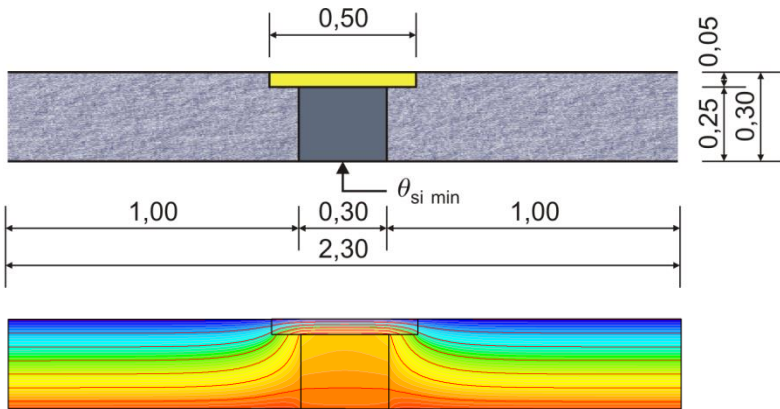
Фиг. 6. Детайл W5. Стена от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 38 cm – схема и изотерми



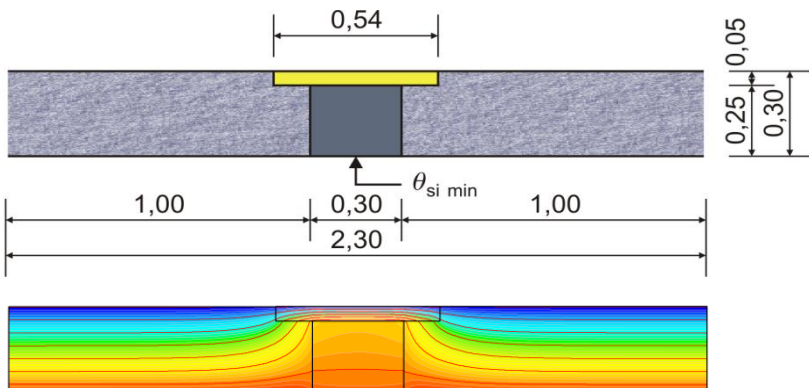
Фиг. 7. Детайл W6. Стена от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 42 cm – схема и изотерми



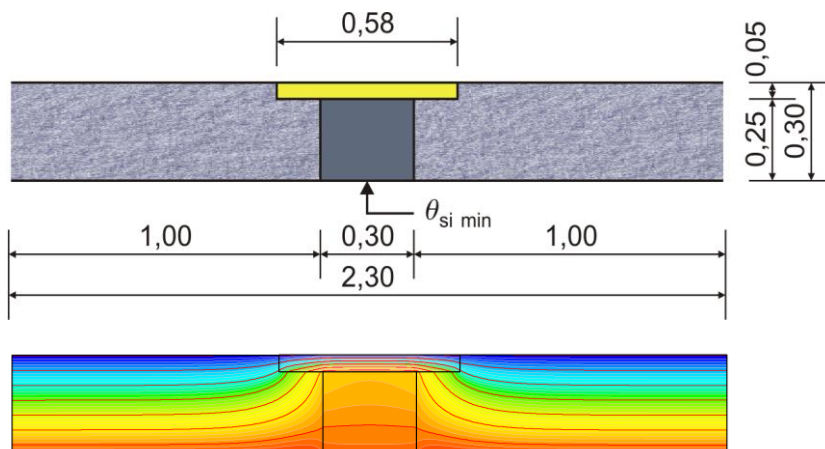
Фиг. 8. Детайл W7. Стена от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 46 cm – схема и изотерми



Фиг. 9. Детайл W8. Стена от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 50 cm – схема и изотерми



Фиг. 10. Детайл W9. Стена от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 54 cm – схема и изотерми

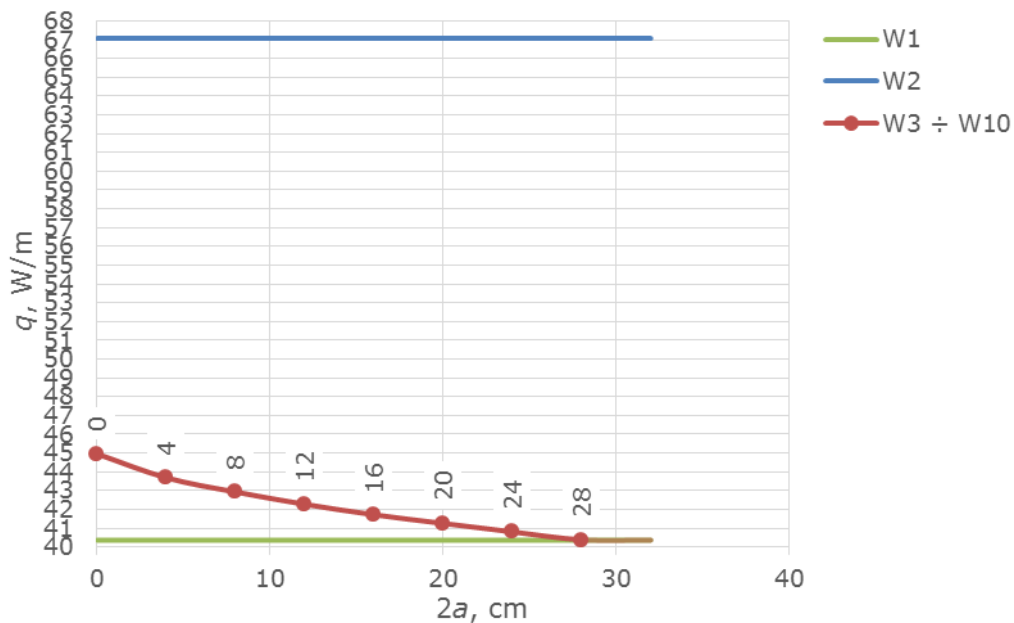


Фиг. 11. Детайл W10. Стена от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 58 cm – схема и изотерми

Таблица 3. Резултати от решението и анализа на вариантите

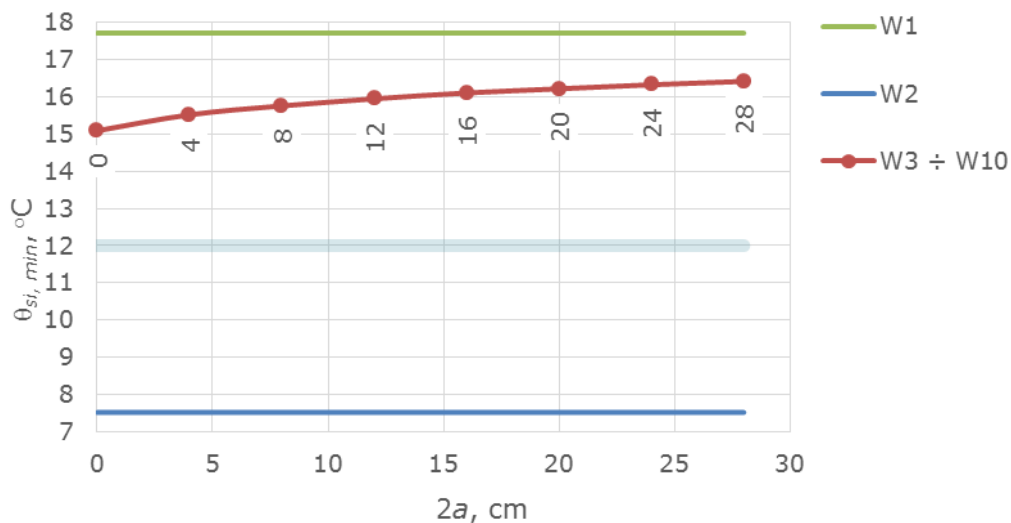
Детайл	W/mK	W/m ² K			m				W/mK			W/m	°C
	L^{2D}	U_1	U_2	U_{eq}	l_{1e}	l_{2e}	l_{1i}	l_{2i}	Ψ_e	Ψ_i	f_{Rsi}	q	$\theta_{si\ min}$
W1	1,122	0,488	–	0,488	2,30	–	2,30	–	0,000	0,000	0,937	40,37	17,72
W2	1,864	0,488	–	0,810	2,30	–	2,30	–	0,742	0,742	0,655	67,07	7,51
W3	1,250	0,488	–	0,543	2,30	–	2,30	–	0,128	0,128	0,864	44,96	15,09
W4	1,214	0,488	–	0,528	2,30	–	2,30	–	0,092	0,092	0,876	43,69	15,52
W5	1,193	0,488	–	0,519	2,30	–	2,30	–	0,071	0,071	0,883	42,93	15,76
W6	1,175	0,488	–	0,511	2,30	–	2,30	–	0,053	0,053	0,888	42,28	15,95
W7	1,159	0,488	–	0,504	2,30	–	2,30	–	0,038	0,038	0,892	41,72	16,11
W8	1,147	0,488	–	0,498	2,30	–	2,30	–	0,025	0,025	0,896	41,26	16,22
W9	1,134	0,488	–	0,493	2,30	–	2,30	–	0,012	0,012	0,898	40,81	16,33
W10	1,123	0,488	–	0,488	2,30	–	2,30	–	0,001	0,001	0,901	40,39	16,42

На фиг. 12 е представена преминаващата топлина за метър дължина от детайла – q , W/m, като функция от размера на топлоизолацията над размера на колоната – a , cm. Детайл W1 е хомогенна стена. Детайл W2 е топлинен мост без топлоизолация. Вижда се, че при $a = 14$ cm се нулира влиянието на топлинния мост, т.е. $q_1 = 40,37 \approx q_{10} = 40,39$ W/m.



Фиг. 12. Изменение на q

На фиг. 13 е представена температурата $\theta_{si \min}$, $^{\circ}C$, като функция от размера на топлоизолацията над размера на колоната – a , cm . Детайл $W1$ е хомогенна стена. Детайл $W2$ е топлинен мост без топлоизолация. Вижда се, че поставянето на топлоизолация елиминира опасността от образуване на конденз (построена е правата на образуване на конденз при относителна влажност – $\Phi = 60\%$).



Фиг. 13. Изменение на $\theta_{si \min}$

Изводи

1. Разглежданите топлинни мостове не бива да се подценяват при топлофизичния анализ. Те предизвикват значими топлинни загуби, които се отразяват върху целия топлинен баланс на сградата.

2. Професионалното решение на тези проблеми може съществено да подобри топлинните характеристики на ограждащите конструкции, а оттам и енергоефективното поведение на сградата.

3. При разглеждания топлинен мост и за приетите материали излизането на топлоизолацията с около половината от дебелината на стената, на практика, нулира влиянието на топлинния мост.

4. При разглеждания топлинен мост и за приетите материали поставянето на топлоизолация елиминира опасността от образуване на конденз, въпреки приетата екстремно ниска външна температура.

ЛИТЕРАТУРА

1. TEPOL – софтуер на автора. Верифициран по стандарт [3].
2. Наредба № 7. Енергийна ефективност на сгради.
3. БДС EN ISO 10211:2008. Топлинни мостове в строителни конструкции. Топлинни потоци и повърхностни температури. Подробни методи за изчисляване.
4. Милков, Ст., Пл. Чобанов. Оценка на топлинните мостове в ограждащите конструкции на сгради. 65 юбилейна научна конференция, УАСГ, София, 2007.

ANALYSIS OF THERMAL BRIDGES IN SEISMIC REGIONS – COLUMN IN THE WALL

Pl. Chobanov¹

Keywords: thermal bridge, temperature fields

ABSTRACT

Thermal bridges in seismic regions define a substantial proportion of heat loss. This is predetermined by the increased structural requirements in these areas. In heat engineering design of buildings the most common questions concern the extent of warm efficient material coverage of the constructive thermal bridges in the building envelope which have usually been formed by the concrete elements. Subject of the analysis is a constructive thermal bridge wall and a square concrete column crossing through it.

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