

Превод от английски език

WLiK

Faculty of Heat and Material Transfer
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen
Professor R. Kneer (Dr. Ing)

**Изчисления на топлопредаване чрез излъчване с
използването на композитна изолационна подложка
„Aluthermo Quattro“**

Експертен доклад поръчан от
Aluthermo AG, Burg Reuland, Belgium

Aachen/Aix-la-Chapelle, 17 март 2005

Редактирано от: B. Hilemacher (Dr.-Ing)

Eilfschornsteinstraße 18 • D-52056 Aachen/Aix-la-Chapelle
Phone: 0241/80-95400 • Fax: 0241/80-92143
www.wuek.rwth-aachen.de • www@wuek.rwth-aachen.de

1. Въведение

Качеството на топлоизолацията на строителните елементи днес е все по-важен критерий за оценка на цялостното качество на техническо изпълнение на сградите. В отговор на различните изисквания за специфични имоти, които често се определят от естеството на конструкцията, настоящият пазар се характеризира с голямо разнообразие от топлоизолационни материали, както за нови сгради, така и за модернизирани при обновяването на стари сгради.

Някои иновативни концепции за топлоизолация на строителни елементи използват ефекта на отражение на излъчването, осигурен от силно отразяващите повърхности на някои изолационни материали, които обикновено са специално покрити за тази цел. Резултатът е намален топлопренос през строителната обвивка, което на практика означава, че през лятото по-малко топлина ще влиза в сградата, а през зимата по-малко топлина ще се губи, като по този начин допринася значително за икономията на енергия.

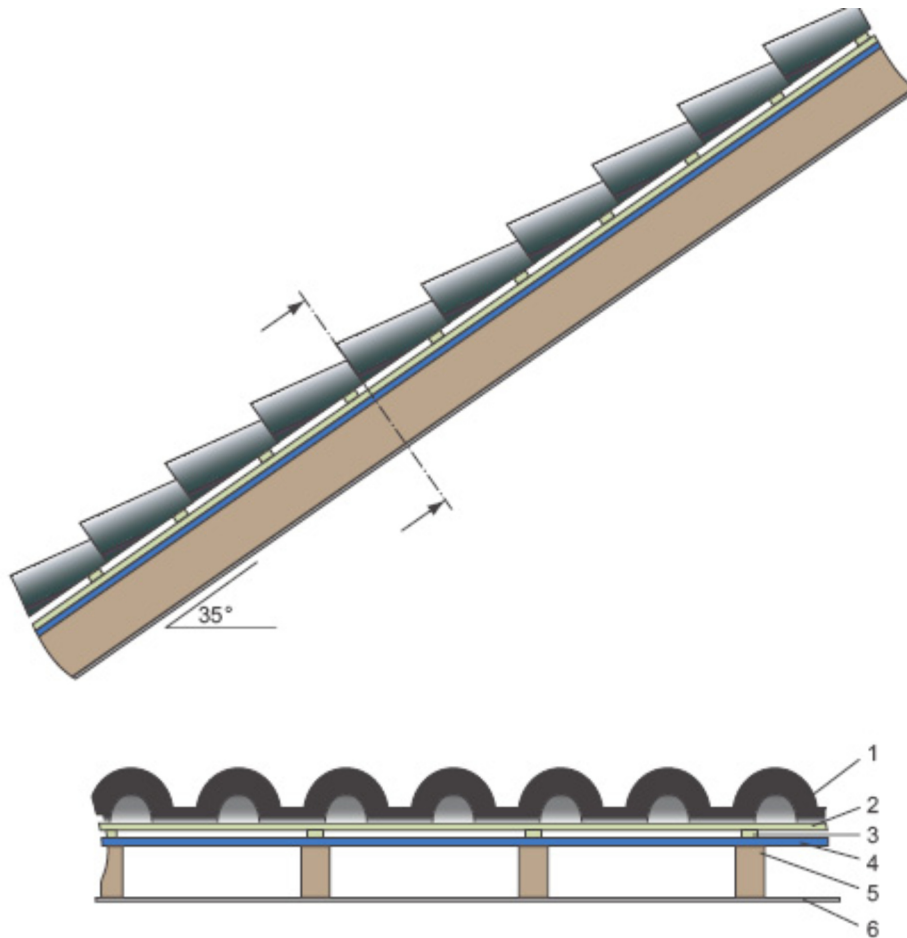
2. Описание на проблема

За настоящия експертен доклад чрез изчисления на топлопреминаване беше анализиран топлоизолационен материал със силно отразяваща повърхност от двете страни. Обект на изпитанията беше топлоизолационният материал, наречен „Aluthermo Quattro“, произведен от компанията Aluthermo AG от Бург Роуланд, Белгия. Налични са два доклада от изпитванията на Fraunhofer Institut für Bauphysik (Институт по строителна физика Fraunhofer) Щутгарт, Германия, за продукта „Aluthermo Quattro“, а именно протокол от изпитването P15-013.1/2005 от 07.02.2005 г. „Определяне на емисионния коефициент на външните повърхности на многослойна композитна топлоизолационна подложка“ и Протокол за изпитване P1-003/2005 от 13.01.2005 г. „Определяне на устойчивост на топлопреминаване в съответствие с DIN EN 12667“. Настоящият експертен доклад се позовава на резултатите, публикувани в горните доклади от тестове.

Изследваната композитна топлоизолационна рогозка „Aluthermo Quattro“ се състои от 7 слоя с общо 13 връзки между различни материали. Основният слой, състоящ се от 3 мм дебела полиетиленова (PE) пяна (тегло на материала 75 g/m²), е вкаран между два слоя алуминиево фолио, покрито от двете страни с PE (тегло на материала 20 g/m²), които от своя страна са затворени от PE слоеве с въздушни мехурчета с дебелина 4мм (диаметър на въздушните камери: 10 mm). Тази вътрешна опаковка от слоеви материали е покрит с алуминиево фолио (тегло на материала 81 g/m²), покрито от двете му външни повърхности с нитроцелулозно покритие (тегло на материала 3 g/m²). На вътрешните си повърхности тези покривни слоеве от алуминиево фолио отново са покрити с PE (тегло на материала 20 g/m²). Гореспоменатият протокол за изпитване P15-013.1/2005 уточнява, че общата дебелина на композитната топлоизолационна подложка „Aluthermo Quattro“ е 11,2 мм и дава стойност 0,08 за емисионните коефициенти на външните повърхности. Докладът от изпитването P1-003/2005 определя съпротивление на топлопреминаване $R = 0,279 \text{ m}^2\text{K/W}$ за топлоизолационната постелка „Aluthermo Quattro“.

Фигура 1 по-долу илюстрира типично приложение за този тип топлоизолационен материал: композитната топлоизолационна рогозка „Aluthermo Quattro“ се полага директно върху гредите на покривна конструкция.

Илюстрацията показва наклонен покрив, под ъгъл 35° , гледан както от страни, така и в напречно сечение. Теплоизолационната рогозка „Aluthermo Quattro“ (4) беше поставена на ленти, успоредни на посоката на улука, и беше фиксирана с помощта на напречни летви (3) върху гредите (5). Напречните ленти (3) поддържат летвите (2), които са разположени в съответствие с изискванията на крайното покривно покритие (1), например бетонни керемиди или глинени тухли. Както често се случва днес за тавански конструкции, вътрешната облицовка от гипсокартонни панели (6) беше закрепена под гредите от вътрешната страна на покрива.

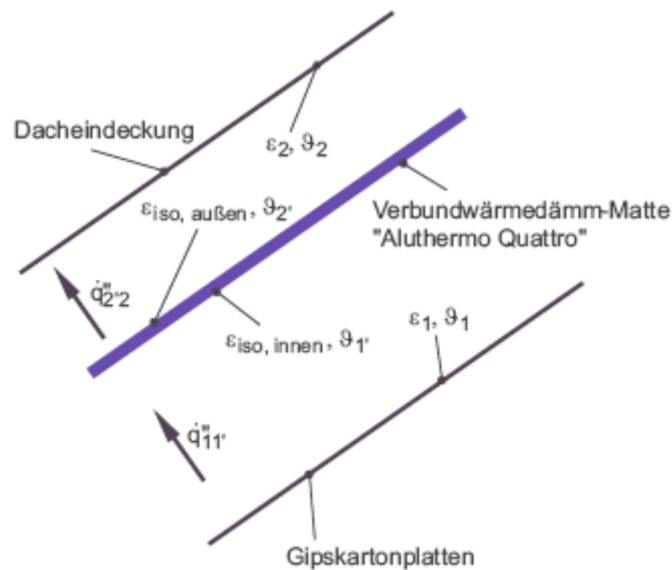


Фигура 1: Типична инсталация на композитната теплоизолационна рогозка „Aluthermo Quattro“ на наклонен покрив, наклон 35° , показан в страничен изглед и напречно сечение

1. Покривен материал със задна вентилация, напр. бетонни плочки или глинени тухли
2. Летви
3. Контра-летви
4. „Aluthermo Quattro“ композитна теплоизолационна рогозка
5. Греди
6. Гипсокартон

Целта на настоящия експертен доклад беше да се анализира степента, до която топлопредаването чрез излъчване между двете ограничаващи повърхности (гипсокартон от вътрешната страна и покривен материал отвън) е повлияно от монтажа на композитни топлоизолационни рогозки „Aluthermo Quattro“, и по -специално за определяне на общото термично съпротивление между гипсокартона и покривното покритие, като се приемат определени специфични условия. За илюстрация на процеса на пренос на топлина чрез излъчване в горния пример за инсталиране на композитната топлоизолационна рогозка „Aluthermo Quattro“, Фигура 2 показва опростена схема на принципа на настоящия проблем:

Между две успоредни, безкрайно удължени равнинни повърхности при различни температури (гипсокартон отвътре, покрив отвън), композитната топлоизолационна постелка „Aluthermo Quattro“ е положена така, че да образува междинна паралелна равнина, така че топлообменът чрез радиация да се осъществи между „Aluthermo Quattro“ Композитна топлоизолационна постелка и двете повърхности, обрнати към нея, т.е. гипсокартон или покривен материал.



Покривен материал
 ϵ_{ISO} външен
 „Aluthermo Quattro“ композитна топлоизолационна рогозка
 ϵ_{ISO} вътрешен
 Гипскартонни плочи

Фиг. 2: Диаграма на принципа, лежащ в основата на изследвания проблем

Повърхностните температури на гипскартонните панели и покривното покритие със съответни емисии

коэффициентите ϵ_1 и ϵ_2 на вътрешната им повърхност (т.е. страната, обрната към изолационния материал) са съответно ϑ_1 и ϑ_2 . Композитната топлоизолационна постелка „Aluthermo Quattro“ се характеризира с топлинно трансферно съпротивление $R_{ISO} = 0,279 \text{ m}^2\text{K/W}$, емисионен коэффициент $\epsilon_{ISO} = 0,08$ за външните повърхности и дебелина δ_{ISO} . Изчисленията по-долу се основават на определена еднаква температура за панелите от гипскартон - съответстваща на пропорционално по-високата стайна температура (в зависимост от структурата на стената) - от $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$.

За температурата ϑ_2 във вътрешната повърхност на покривното покритие, приехме стойност $\vartheta_2 = -20^\circ\text{C}$ в настоящите изчисления.

За емисионните коефициенти на панелите от гипсокартон в изчисленията се приема стойност $\varepsilon_1 = 0,9$.

Емисионният коефициент на вътрешната повърхност на покривното покритие, т.е. повърхността, обвърната към композитната топлоизолационна постелка „Aluthermo Quattro“, варира от 0,90 до 0,94 според използвания материал (бетонни керемиди, глинени тухли, покривен филц или пълна дъска). За изчисленията се приема консервативна по-висока оценка на $\varepsilon_2 = 0,94$.

3. Дефиниране на уравненията

Съгласно посочените рамкови условия, следва да приемем, че за двете зони на взаимодействие, т.е. между панелите от гипсокартон и композитните топлоизолационни рогозки „Aluthermo Quattro“ и между композитните топлоизолационни постелки „Aluthermo Quattro“ и покривното покритие, всякакво топлопредаване поради посочените температурни разлики ще се осъществи изключително чрез излъчване. Като се вземе предвид законът на Стефан-Болцман, могат да бъдат получени следните уравнения за обмена на нетно излъчване между две безкрайно разширени плоски повърхности i и j , които могат да се приемат за „сиви тела“:

$$\dot{q}_{ij}^* = \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon_i} + \frac{1}{\varepsilon_j} - 1\right)} \cdot C_s \cdot \left[\left(\frac{T_i}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_j}{100}\right)^4 \right] \quad (1)$$

Където константата на излъчване $C_s = 5.67 \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

От друга страна, приемайки едномерна топлинна проводимост в твърдо тяло с дебелина δ и топлопроводимост λ , следното уравнение се прилага за топлинния поток по повърхността:

$$\dot{q}_{ij}^* = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (\vartheta_i - \vartheta_j) \quad (2)$$

С топлинно съпротивление

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (3)$$

За да се определят неизвестните стойности на термично съпротивление R_i за съответната зона i или общото съпротивление R_{tot} между панелите от гипсокартон и покривното покритие, топлинните потоци, предавани чрез радиация или проводимост в съответните зони, се изчисляват с помощта на уравнения (1) и (2). С индексирание, съответстващо на Фигура 2, се получава следните уравнения:

$$\dot{q}_{11'}^* = \dot{q}_{11''}^* \quad (4)$$

$$\dot{q}_{11''}^* = \dot{q}_{22'}^* \quad (5)$$

Прилагайки горните дефинирани уравнения (1) или (2), неизвестните температури ϑ_1 и ϑ_2 могат първоначално да се определят итеративно за уравнителната система (4) и (5). Приемайки стойности на съпротивление на топлинна радиация, еквивалентни на съпротивлението на топлопроводимостта

$$\dot{q}_{11'} = \frac{1}{R_{11'}} \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_{1'}) \quad \text{bzw.} \quad (6)$$

$$\dot{q}_{22'} = \frac{1}{R_{22'}} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_{2'}) \quad (7)$$

могат да се определят стойностите на топлинното съпротивление $R_{11'}$, $R_{12'}$ и $R_{22'}$.

Следователно общото термично съпротивление R_{tot} спрямо потенциала на температурата на движение ($\vartheta_1 - \vartheta_2$) се определя от:

$$R_{\text{tot}} = R_{12} = R_{11'} + R_{12'} + R_{22'} \quad (8)$$

И накрая, коефициентът на топлопреминаване u_{12} - отново въз основа на потенциала на температурата на движение ($\vartheta_1 - \vartheta_2$) и еквивалентен на топлинното излъчване - може да бъде изчислен от:

$$u_{12} = \frac{1}{R_{12}} \quad (9)$$

4. Резултати

Изчислените резултати са обобщени в Таблица 1:

Характеристики	„Aluthermo Quattro”
Температура ϑ_1 [°C], зададена	20
Температура $\vartheta_{1'}$ [°C]	3.11
Температура ϑ_2 [°C]	1.15
Температура $\vartheta_{2'}$ [°C], зададена	- 20
Пълно топлинно съпротивление R_{12} [m ² K/W]	5.70
Коеф. на топлинен пренос u_{12} еквивалентен на топлинното излъчване [W/m ² K]	0.175

Таблица 1:

Посочените данни и изчислените резултати са за „Aluthermo Quattro”.

Долуподписаният Игор Богомилов Стойков удостоверявам верността на извършения от мен превод от английски език на български език на приложения документ: Експертен Доклад Преводът се състои от 6 (шест) страници.

Преводач:

Игор Богомилов Стойков