

RYSZARD DACHOWSKI¹
JERZY ZB. PIOTROWSKI²
DOROTA KORUBA³
EWA ZENDER-ŚWIERCZ⁴
MAREK TELEJKO⁵
MARIOLA STARZOMSKA⁶

Kielce University of Technology

¹tobrd@tu.kielce.pl

²piotrowski@tu.kielce.pl

³dkoruba@tu.kielce.pl

⁴ezender@tu.kielce.pl

⁵mtelejko@tu.kielce.pl

⁶rav4ms@wp.pl

XAVIER LUCAS

REBOND Sp. z o.o.

biuro@rebond.pl

DATA ON ACOUSTIC AND THERMAL PROPERTIES OF REFLECTIVE INSULATION

Abstract

The paper presents the test results of acoustic insulation properties of reflective insulation. The experiments were performed for three different types of insulation and two values of air gap, namely 2 cm and 4 cm. A significant reduction of the sound level was recorded. Selected thermal and mechanical properties are also given in the paper.

Keywords: acoustics, reflective insulation, thermal resistance

1. Introduction

Nowadays, everyone understands the need to save energy and manage it properly. In the building industry, more attention is paid to careful thermal insulation in order to minimise heat losses. Up to now traditional materials such as fiber wool or foamed polystyrene have been extensively used, however, reflective insulation can also be applied. It uses the reflection properties to reduce the amount of heat that is transferred between spaces of different temperature.

Reflective insulation is composed of low – emittance surfaces: reflective foils which radiate the emitted heat back to the warmer environment. In this way the surface is protected against accepting heat by means of radiation heat transfer. Between them there might typically be several layers of insulation materials with enclosed air spaces (bubble foils, expanded polystyrene). Their aim is to limit heat flux transmitted through conduction and convection. There are two air gaps on each side of the insulation required between

the wall and the finishing layer. They enable ventilation of the gap. The reflective insulation is placed from the inside of the buildings, which is an advantage in the case of for example historical buildings.

A lot of works on the reflective insulation performance in available literature focus on using this type of materials in the summer period to protect against significant heat loads e.g. [1]. Guo et al. [2] discussed the use of heat reflective insulation coating on the external east, south and west walls. The covering resulted in lowering the wall temperature by ca. 8 – 10°C. Consequently, the air – conditioning saving of electricity was about 5,8 kWh/(m²month). Some works, for example [3], present the measurements of the reflective insulation performance in both winter and summer as the construction element of the walls and the roof are presented. Basing on the tests it has been stated in this paper that the application of such a material might avert the unfavourable overheating in the summer and retain heat in the winter. However, it

needs to be noted that there are discrepancies between results presented by different research institutes regarding reflective insulation. This has been pointed out by Tenpierik and Hasselaar [4]. That is the reason why tests in this field are needed. They can be efficiently done in climatic chambers. These devices are more and more common and tests are conducted on different materials, as in [5].

2. Tests of acoustic insulation

Three different samples of reflective insulation were tested. Sample 1 consisted of 2 layers of reinforced metalised polyester foil, 2 layers of polyester fiber insulation, 2 reflective layers and 1 polyester foam layer. Sample 2 had 2 layers of reinforced metalised polyester foil, 2 layers of polyester fiber insulation, 6 reflective layers and 5 polyester foam layers. While sample 3 composed of 2 layers of reinforced metalised polyester foil, 4 layers of polyester fiber insulation, 6 reflective layers and 5 polyester foam layers. The tests were conducted for two values of air gap between the tested material and the gypsum boards, namely 2 cm and 4 cm.

The tests were performed on the experimental stand presented below (Fig. 1, 2), which is the acoustic tunnel. It has been patented [6].

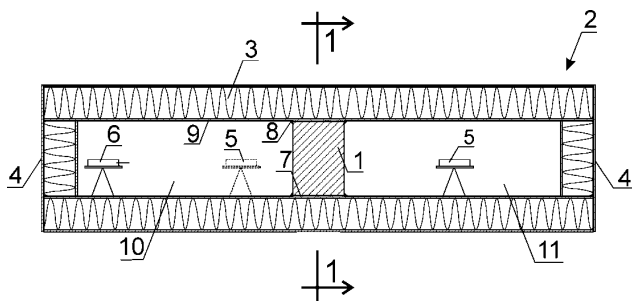


Fig. 1. The acoustic tunnel and its elements.

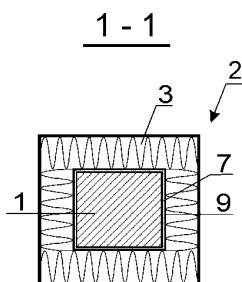


Fig. 2. Cross - section of the tunnel (1-1).

The tunnel is rectangular and divided with the investigated element 1. On the left there is the receiving chamber (10) and on the right – the sending

chamber (11). They are both sealed (4). The inside insulation is fiber wool (3). There are a sound level meter (6) and a sound generator (5) installed in the tunnel. The generator provides sound for comparison with the sound generated in the sending chamber. The sample has been sealed with foam acoustic insulation (7). Figures 3 – 5 present the pictures of the tunnel.



Fig. 3. Inside of the acoustic tunnel with sound generator.



Fig. 4. Inside of the acoustic tunnel with sound level meter.



Fig. 5. Outsider view of the acoustic tunnel.

The sound level meter SON-50 was used for the tests together with sound generator Z-10. The mean value of frequency was in the range of 20 – 20000 Hz. The investigated element is placed in the tunnel. Before it the source of the sound is located, which generates sound of high frequency and its intensity is measured at the end of the chamber. Afterwards, in the sending chamber (behind the analysed element) the sound is generated of identical intensity as before in the receiving chamber and measures are taken in the receiving chamber. A difference in values describes the acoustic insulation of the investigated element. The detailed experimental data are given in Table 1.

Tab. 1. Experimental results.

Sample	Air gap [cm]	Sound level in the receiving chamber [dB]	Sound level in the empty tunnel [dB]	Sound level reduction [dB]
Sample 1	2 x 2	70.9	106.8	35.9
	2 x 4	73.2	106.8	33.6
Sample 2	2 x 2	68.8	106.8	38.0
	2 x 4	70.6	106.8	36.2
Sample 3	2 x 2	67.5	106.8	39.3
	2 x 4	69.2	106.8	37.6

3. Thermal resistance

In order to properly determine heat losses from spaces insulated with reflective insulation, it is necessary to possess data on thermal performance of these products. The properties of the reflective insulation have been tested and given in [7, 8] for samples 1 – 3 (whose composition has already been given in the previous section) and presented below.

Tab. 2. Thermal resistance and mechanical data of the reflective insulation [7, 8].

No	Property	Sample 1	Sample 2	Sample 3
1	Thermal resistance [m ² K/W]	0.906	1.090	1.940
2	Maximal tensile strength (along / cross) [N/50mm]	≥225 / ≥270	≥330 / ≥450	≥540 / ≥570
3	Surface mass [g/m ²]	300 ± 5%	670 ± 5%	900 ± 5%

It needs to be noted that the value of the air gap between the insulation and other materials (bricks, gypsum boards and etc.) should be properly chosen. It cannot be too small to provide enough thermal resistance

and ventilation properties, while larger values do not produce any more of the positive effect. The optimal value is considered to be 2 cm. Larger gaps do not lead to such a significant improvement in thermal resistance, but on the other hand, make walls unnecessary bigger.

4. Conclusions

Reflective insulation might be an alternative to traditional materials such as fiber wool or foamed polystyrene. Its properties should be further investigated to provide more data on thermal and acoustic characteristics. However, data presented in the paper prove that this type of insulation could provide significant reduction in sound level transmitted through walls, which is especially vital for partition walls. More tests are needed in this area to collect more data on both thermal and acoustic properties.

References:

- [1] D’Orazio M., Di Perna C., Di Giuseppe E., Morodo M.: *Thermal performance of an insulated roof with reflective insulation: Field tests under hot climatic conditions*, Journal of Building Physics, vol. 36, no 3, pp. 229-246, 2013.
- [2] Guo W., Qiao X., Huang Y., Fang M., Han X.: *Study on energy saving effect of heat-reflective insulation coating on enveloped in the hot summer and cold winter zone*, Energy and building, 50, pp.196-203, 2012.
- [3] Vrachopoulos M.G., Koukou M.K., Stavlas D.G., Stamatopoulos V.N., Gonidis A.F., Kravvaritis E.D.: *Testing reflective insulation for improvement of buildings energy efficiency*, Central European Journal of Engineering vol. 2, 1, pp.83-90, 2012.
- [4] Tenpierik M.J., Hasselaar E.: *Reflective multi-foil insulations for buildings: A review*, Energy and Buildings, vol 56, pp. 233-243, 2013.
- [5] Malcho M., Jandačka J., Smatanová H., Kapjor A., Papučík Š.: *Termostatická komora na meranie parametrov vykurovacích a chladiacích telies*, Proc. of XV. Int. Conf. “Aplikácia experimentálnych a numerických metód v mechanike tekutín“, Strečno, 311, 2006.
- [6] Dachowski R., Stępień A.: *Sposób oraz stanowisko badawcze do określania izolacyjności akustycznej elementów budowlanych, zwłaszcza siliikatowych i betonowych*. Patent PL387603, 2009.
- [7] Wielowarstwowe maty termoizolacyjne REBOND PRO ML 17, REBOND ECO RIT 7 i REBOND ECO RIT 15, APROBATA TECHNICZNA ITB AT-15-9196/2013, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2013.
- [8] BBA Test Report No 47726THC, 2011.

Ryszard Dachowski
Jerzy Zb. Piotrowski
Dorota Koruba
Ewa Zender-Świercz
Marek Telejko
Mariola Starzomska
Kielce University of Technology
Xavier Lucas
Rebond Sp. z o.o.

Właściwości akustyczne i ciepłne izolacji refleksyjnej

1. Wstęp

Obecnie powszechnie akceptowalna jest potrzeba oszczędności i poszanowania energii. W budownictwie coraz więcej uwagi przykładana jest do odpowiedniej izolacyjności cieplnej obiektów w celu minimalizacji strat ciepła. Do tej pory szeroko stosowano wełnę mineralną czy styropian, jednak możliwe jest także zastosowanie izolacji refleksyjnej. Wykorzystuje ona zjawisko odbicia promieniowania.

Izolacja refleksyjna składa się z powierzchni o niskiej emisyjności tj. folii, które odbijają promieniowanie. Między nimi znajdują się warstwy izolacyjne zawierające powietrze (np. folia bąbelkowa). W ten sposób ogranicza się wymianę ciepła poprzez konwekcję i przewodzenie. Dodatkowo między warstwą izolacji refleksyjnej a ścianą i warstwą wykończeniową znajduje się przerwa powietrzna. Takie rozwiązanie umożliwia wentylację szczeliny. Izolację refleksyjną montuje się od wewnątrz, co jest korzystne np. w przypadku budynków zabytkowych.

Szereg dostępnych w literaturze prac dotyczy zastosowania izolacji refleksyjnej w warunkach letnich w celu ochrony przed przegrzewaniem pomieszczeń (np. [1]). Guo i in. [2] analizowali wykorzystanie izolacji refleksyjnej na ścianach zewnętrznych (wschodnia, południowa, zachodnia). Pokrycie to prowadziło do zmniejszenia temperatury ściany o ok. 8 – 10°C. W konsekwencji następowało zmniejszenie zużycia energii elektrycznej do celów klimatyzacji o ok. 5,8 kWh/(m² miesiąc). Niektóre prace np. [3] podają wyniki pomiarów dla izolacji refleksyjnej w warunkach letnich i zimowych. Na tej podstawie – w przytoczonej pracy – zaprezentowano stanowisko, że zastosowanie tego typu materiału może ograniczyć niekorzystne zjawisko przegrzewania pomieszczeń w lecie i chronić przed stratami ciepła w zimie. Należy

jednak zaznaczyć, że w badaniach nad izolacją refleksyjną różnych naukowców pojawiają się rozbieżności. Zaznaczono to w pracy [4]. Dlatego też należy prowadzić prace w tym zakresie w celach porównawczych, szczególnie wykorzystując najnowsze techniki pomiarowe.

2. Badania izolacyjności akustycznej

Badaniom poddano trzy różne próbki. Próbka 1 składała się z 2 warstw zbrojonej folii poliestrowej metalizowanej, 2 warstw watoliny poliestrowej, 2 warstw wkładek refleksyjnych i 1 warstwy pianki poliestrowej. Próbka 2 składała się z 2 warstw zbrojonej folii poliestrowej metalizowanej, 2 warstw watoliny poliestrowej, 6 warstw wkładek refleksyjnych i 5 warstw pianki poliestrowej. Próbka 3 składała się z 2 warstw zbrojonej folii poliestrowej metalizowanej, 4 warstw watoliny poliestrowej, 6 warstw wkładek refleksyjnych i 5 warstw pianki poliestrowej. Badania wykonano dla dwóch wielkości przerwy powietrznej między badanym materiałem a płytą gips-kartonową tj. 2 i 4 cm.

Badania wykonano na stanowisku przedstawionym na Rys. 1 i 2. Jest to prostokątny tunel akustyczny. Z lewej strony znajduje się komora odbiorcza (10), a z prawej komora nadawcza (11). Zamykane są one korkami (4). Od strony wewnętrznej tunel pokrywa płytą OSB-3, a od strony zewnętrznej znajduje się izolacja z wełny mineralnej. W komorze odbiorczej zainstalowany jest miernik natężenia dźwięku, a w komorze nadawczej generator dźwięku.

W badaniach wykorzystano miernik poziomu dźwięku SON-50 współpracujący z generatorem Z-10. Średnia wartość częstotliwości była w przedziale 20 – 20000 Hz. Badany element był umieszczony w tunelu. Przed nim znajdowało się źródło dźwięku, generujące dźwięk o wysokiej częstotliwości, a na-

stępnie miał miejsce pomiar jego natężenia przy wyjściu z komory, po czym, w komorze nadawczej, po drugiej stronie badanego elementu, generowany był dźwięk o identycznym natężeniu jak uprzednio w komorze odbiorczej i dokonywano pomiaru natężenia dźwięku w komorze odbiorczej. Różnica mierzonego natężenia stanowiła o izolacyjności akustycznej badanego elementu. Wyniki badań zestawiono w Tab. 1.

3. Izolacyjność cieplna

W celu precyzyjnego określenia strat ciepła w budynkach niezbędna jest znajomość parametrów ciepłochronnych elementów, z których wykonane są przegrody. Dane dotyczące izolacji refleksyjnej przedstawiono w Tab. 2 wg [7, 8] dla próbek 1 – 3 (których skład podano wyżej).

Należy zaznaczyć, że wartość przerwy powietrznej po obydwu stronach materiału izolacyjnego i elementów budowlanych (cegieł, płyt g-k., itp.) jest bardzo istotna. Nie może być ona zbyt mała, aby zapewnić odpowiedni opór cieplny i wentylację szczeliny, a zbyt duże wielkości nie prowadzą do istotnego zwiększenia oporu i są niepraktyczne z punktu widzenia architektonicznego. Uważa się, że optymalną wartością szczeliny jest 2 cm.

4. Wnioski

Izolacja refleksyjna może stanowić alternatywę dla materiałów tradycyjnych takich jak wełna mineralna czy styropian. Dane przedstawione w pracy wskazują na możliwość znacznej redukcji poziomu dźwięku w wyniku zastosowania w/w izolacji, co jest szczególnie istotne np. w przypadku ścian działowych. Należy jednak prowadzić dalsze prace w celu uzyskania pełnych danych dotyczących izolacyjności akustycznej i termicznej rozpatrywanego materiału.