

neO EÚBÍOS

bene et commode vivens

ISSN 1825-5515



57

MATERIALI NANOTECNOLOGICI: MISURE SPERIMENTALI PER LA DETERMINAZIONE DEL VALORE DELLA CONDUCIBILITÀ TERMICA

di

Alberto Arenghi, Isaac Scaramella *

Introduzione

Uno degli ostacoli ad una estensiva riqualificazione energetica degli edifici esistenti è rappresentato dalla necessità di aumentare lo spessore dei paramenti murari. La normativa prevede delle agevolazioni di vario tipo per ridurre l'effetto di questo problema tra le quali si citano:

- scomputi volumetrici per l'isolamento sia dall'interno che dall'esterno;
- deroghe delle distanze in caso di coibentazione delle pareti;
- limiti meno restrittivi sulle trasmittanze per l'isolamento dall'interno o in intercapedine;
- deroghe sulle altezze interpiano minime per l'isolamento di solai dall'interno

Nonostante queste agevolazioni, l'isolamento comporta alcuni costi indiretti dovuti all'aumento di spessore dei muri. Si possono citare come esempi la necessità di prolungare i davanzali delle finestre o spostare i pluviali nell'isolamento dall'esterno o la perdita di superficie utile quando si isola dall'interno.

Questo ha stimolato il settore dei produttori dei materiali isolanti a ricercare materiali con sempre minori conducibilità termiche, al fine di ridurre gli spessori necessari. Negli ultimi anni ad esempio si sono diffusi fortemente materiali come il polistirene espanso additivato con grafite utilizzato nei cappotti, che permette una riduzione della conducibilità termica dichiarata λD pari a 0.031 W/mK così come, per l'isolamento dall'interno, molto diffuso è il ricorso ai materiali termoriflettenti che basano il proprio principio di funziona-

mento oltre che sulla riduzione della conduzione del calore anche sul contenimento dell'irraggiamento.

Più recentemente sono apparsi sul mercato i materiali definiti "nanotecnologici" che promettono performance ancora migliori rispetto a tutte le altre categorie.

Il presente articolo illustra i risultati di una campagna di misure sperimentali condotte su questi materiali con la camera climatica presso l'Università degli Studi di Brescia.

I materiali nanotecnologici

Tra i materiali nanotecnologici disponibili attualmente sul mercato sono stati scelti per eseguire le prove le seguenti tipologie:

- pannelli in aerogel di silice amorfa ottenuti con un processo chimico-fisico (scoperto nel 1931 da Steven Kristen) che permette di 'estrarre' da un materiale allo stato gelatinoso la componente liquida e sostituirla con del gas senza provocarne il collasso.

Da questo processo si ottiene un materiale solido composto per il 98% di aria e per il 2% di silice amorfa (ad oggi, insieme al grafene, la sostanza solida più leggera che si conosca). Proprio l'altissima porosità del materiale conferisce allo stesso proprietà termoisolanti ottime, riconducibili al fatto che l'aria contenuta nei micropori dell'aerogel è 'intrappolata' negli stessi con bassi scambi convettivi, con una conducibilità termica dichiarata λD dai produttori che varia tra 0.010 e 0.015 W/mK;

- rasante nanotecnologico ottenuto partendo da nanomolecole brevettate caratterizzate da bassissimi valori di conducibilità termica ‘impastate’ con amalgama a base cemetizia. A seconda della nanomolecola che viene impiegata e della presenza o meno di trattamenti riflettenti (ottenuti solitamente con polveri ceramiche), la conducibilità equivalente dichiarata indicata λ da produttori varia tra 0.0025 e 0.001 W/mK.

Entrambi i materiali presentano quindi prestazioni dichiarate dai produttori particolarmente performanti e si propongono dunque come una potenziale soluzione ai problemi sopra esposti.

Metodo di prova

La campagna sperimentale che ha portato ai risultati qui esposti è stata condotta nei primi mesi del 2016 presso il laboratorio Pietro Pisa dell’Università degli Studi di Brescia.

In particolare è stata utilizzata la camera climatica del laboratorio, che è un’apparecchiatura in

grado fissare la temperatura di una camera di prova su un valore predefinito.

La camera di prova è dotata di una bocca sulla quale può essere installato un campione da testare, che si trova così a separare la camera stessa dall’ambiente del laboratorio. Nel corso di questa campagna di prove si è deciso di mantenere l’aria del laboratorio a 20°C e quella della camera climatica a 0°C, ottenendo così una differenza di temperatura di 20°C sui due lati del campione.

La parete è stata strumentata con:

- un termoflussimetro, per la misura del flusso termico attraverso la parete,
- tre termocoppie per la misura della temperatura superficiale sui lati del campione,
- un sensore per la temperatura dell’aria lato laboratorio

Le condizioni al contorno sono state mantenute costanti per 3 giorni e i dati dei sensori acquisiti da un datalogger (Fig. 1).



Fig 1 – Setting sperimentale (camera climatica e campione strumentato)

I dati acquisiti ad intervalli di 10 minuti (in particolare temperatura superficiale interna T_{si} ed esterna T_{se} e flusso termico Φ) permettono di ricavare la conduttanza termica C [W/m^2K] del campione, con il metodo delle medie progressive come:

$$C = \frac{\sum_j \Phi_j}{\sum_j (T_{si,j} - T_{se,j})}$$

con $j = 1, \dots, n$ (ove n è il numero dei dati)

Calcolando il reciproco della conduttanza si ottiene la resistenza termica R [m^2K/W] del campione.

Sono stati quindi effettuati dei test nelle seguenti configurazioni:

- parete base: costituita da una stratigrafia costituita da blocchi in laterizio alveolato dello spessore di 25 cm assemblati con amalgama cementizia ed uno strato di intonaco cementizio di 2 cm su entrambe le facce;

- parete con aerogel: parete di base a cui è aggiunto un pannello di 1 cm di aerogel;

- parete con rasante: parete di base a cui sono aggiunti 8 mm di rasante nanotecnologico non riflettente (secondo le istruzioni fornite dal produttore).

Dalle prove sperimentali effettuate si sono ottenute le resistenze termiche di ciascun campione da cui è possibile calcolare per differenza la resistenza del solo materiale oggetto di studio e da questa, tramite la relazione inversa $\lambda = s/R$ (dove s è lo spessore del materiale isolante ed R la sua resistenza), ottenere la conducibilità termica.

Risultati sperimentali

Le prove effettuate sul campione base, costituito da una parete in laterizio alveolato con intonaco, hanno restituito valori di conduttanza termica pari a $1.281 W/m^2K$ a cui corrisponde una resistenza di $0.781 m^2K/W$ (Tab. 1); valori che trovano un'ottima concordanza con quelli presenti in letteratura per una stratigrafia simile. Tale corrispondenza conferma che il setting sperimentale e la metodologia del trattamento dati sono corretti.

Le misure sperimentali sulla parete con Aerogel hanno portato ad un valore di resistenza totale pari a $1.468 m^2K/W$ (Tab. 1).

Il test sul campione con rasante è stato ripetuto tre volte e più precisamente a 20, 45 e 60 giorni dalla posa in quanto il fornitore ha dichiarato che è necessario attendere almeno un mese per la maturazione del materiale al fine di raggiungere le performance ottimali. Le prove sul rasante hanno dato risultati variabili tra 0.887 e $0.896 m^2K/W$ (Tab. 1).

Dai risultati sotto esposti risulta chiaro che il materiale isolante del tipo aerogel ha una conducibilità termica effettivamente molto contenuta se comparata con altre tipologie di materiale. Il valor sperimentale è perfettamente in linea con quanto dichiarato dal produttore ($\lambda_D = 0.015 W/mK$).

Al contrario per quanto riguarda il rasante, i valori sono molto lontani da quelli dichiarati dal produttore. I valori di conducibilità termica ottenuti sono addirittura di due ordini di grandezza superiori rispetto al valore di conducibilità termica equivalente indicata dal

	Parete Base	Parete con aerogel	Parete con rasante 20gg	Parete con rasante 45gg	Parete con rasante 60gg
Conduttanza complessiva C [W/m^2K]	1.281	0.681	1.116	1.128	1.123
Resistenza complessiva R [m^2K/W]	0.781	1.468	0.896	0.887	0.890
ΔR [m^2K/W]	-	0.688	0.115	0.106	0.110
Conducibilità termica λ [W/mK]	-	0.0145	0.693	0.756	0.728

Tab. 1 – Valori di conduttanza, resistenza e conducibilità termica ottenuti dalle prove sperimentali

produttore. Tali valori sono peraltro di quasi un ordine di grandezza superiore al valore di conducibilità termica $\lambda = 0.100 \text{ W/mK}$ al di sotto del quale un materiale viene convenzionalmente considerato come isolante.

Analizzando criticamente i risultati sperimentali e i valori forniti dal produttore si propongono le seguenti osservazioni:

- il setting sperimentale e la metodologia di calcolo sono rimasti immutati per tutte le prove eseguite;
- sul campione con rasante nanotecnologico sono state effettuate tre prove ed i valori ottenuti presentano un andamento di fatto costante;
- per verificare l'eventuale comportamento bassomissivo del materiale sono state scattate alcune termografie del campione. In caso di comportamento bassomissivo nello scatto termografico avrebbe dovuto vedersi il riflesso dell'operatore e di altre eventuali sorgenti di calore. Le termografie effettuate hanno però scartato questa evenienza (Fig. 2);

- particolarmente indicativa è la lettura della scheda tecnica del prodotto in cui, come detto sopra, viene riportato il valore di conducibilità equivalente. Tale valore, ottenuto da prove sperimentali effettuate da un laboratorio indipendente, riporta che il valore è stato ottenuto su "materiale nano composito sottovuoto" su "provino di prodotto denominato xxxxx, composto da materiale nano composito di dimensioni 50x50cm e spessore 3 cm". Detta descrizione induce a pensare che il valore di conducibilità termica sia riferibile alle sole nanomolecole – per lo più sottovuoto – e non al rasante nanotecnologico;
- è da considerare che non si tratta di un 'prodotto finito' (ovvero deve essere confezionato in cantiere) è ciò ovviamente introduce ulteriori incertezze.

Conclusioni

La ricerca orientata allo studio di materiali isolanti derivati dalle tecnologie più innovative è assolutamente importante per le applicazioni edilizie che mirano ad minimizzare il consumo energetico soprattutto con riferimento all'esistente. Se da un lato, in particolare per quanto riguarda la conducibilità termica, si andrà verso materiali che presenteranno valori numerici anche significativamente più bassi rispetto a quelli oggi consolidati e che in qualche modo fanno 'da riferimento', dall'altro, quando questi valori sono 'sensazionalmente' performanti con importanti 'salti' negli ordini di grandezza, occorre affidarsi ad una lettura

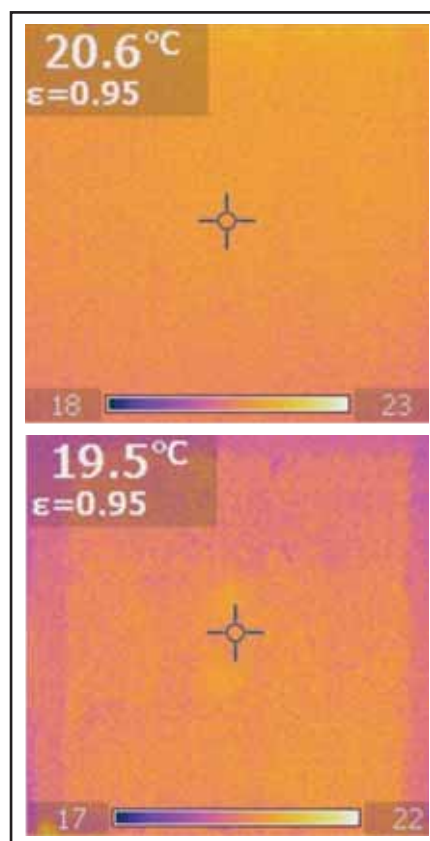


Fig 2 – Scatti termografici del campione con rasante nanotecnologico

critica - senza con ciò scivolare in un aprioristico scetticismo - delle schede tecniche fornite dai produttori. Le prove sperimentali condotte hanno dimostrato che i pannelli in areogel hanno una conducibilità termica significativamente inferiore ai 'tradizionali' materiali isolanti e che questa corrisponde a quella dichiarata dal produttore. Al contrario il rasante nanotecnologico presenta una conducibilità termica 'in opera' ben superiore a quella 'equivalente' presente sulle schede tecniche. **E**

Bibliografia

AA.VV. "I materiali isolanti", Ed. TEP srl, 2016
GUIDA ANIT "La misura della trasmittanza in opera", Ed. TEP srl, ottobre 2013
ISO 9869 "Thermal insulation – Building elements – in Situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance"

** Alberto Arenghi,
Professore Associato di Architettura Tecnica presso il Dipartimento
di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di
Matematica dell'Università degli Studi di Brescia.*

*Isaac Scaramella,
Ingegnere Civile presso greenLab, Brescia.*

neo-EÚBIOS

Periodico trimestrale
anno XVII - n. 57
Settembre 2016

Direttore Responsabile
Susanna Mammi

Redazione
TEP s.r.l.
Via Savona 1/B
20144 Milano
tel 02/89415126

Grafica e impaginazione
Claudio Grazioli

Distribuzione
in abbonamento postale

Associato
A.N.E.S. - Associazione Nazionale
Editoriale Periodica Specializzata

Stampa
INGRAPH srl - via Bologna
104/106 - 20038 Seregno (MB)

Registrazione Tribunale di Milano
n. 524 del 24/7/1999

Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna sezione della rivista
può essere riprodotta in
qualsiasi forma senza
l'autorizzazione dell'Editore.