



**Original Article: INFLUENZA DELL'INIEZIONE DELL'ARIA SUL REGIME TERMALE
DEGLI IMMOBILI ESTERNI DI COSTRUZIONI**

Citation

Yurchenko A.I., Schukina T.V., Kuznetsova L.V., Sukhorukikh A.S. Influenza dell'iniezione dell'aria sul regime termale degli immobili esterni di costruzioni. *Italian Science Review*. 2017; 7/8(50/51). PP. 41-46. Available at URL: <http://www.ias-journal.org/archive/2017/july-august/Yurchenko.pdf>

Authors

Andrey I. Yurchenko, Voronezh State Technical University, Russia.
Tatyana V. Schukina, Voronezh State Technical University, Russia.
Lubov' V. Kuznetsova, Agrotorg LLC, Russia.
Anna S. Sukhorukikh, Voronezh State Technical University, Russia.

Submitted: July 27, 2017; Accepted: August 17, 2017; Published: August 30, 2017

Astratto

L'invecchiamento naturale dei materiali da costruzione è spesso accompagnato da un aumento della permeabilità dell'aria, che deve essere preso in considerazione per determinare le proprietà di schermatura del calore delle recinzioni esterne. La risultante soluzione dell'equazione del calore tenendo conto dell'impatto di infiltrazione per strutture edilizie multistrato, per valutare le conseguenze della sua crescita durante il funzionamento a lungo termine senza riparazioni tempestive. Calcoli hanno dimostrato che la penetrazione di aria fredda nella custodia esterna all'interno di entrambi i valori normalizzati ed elevati dovuti alla formazione di microfessure e vuoti con crescente strutture di età e compromettere le modalità miglioramento termico. La riduzione prevista delle proprietà di schermatura del calore consente di raccomandare un ulteriore aumento dello spessore dell'isolamento utilizzato come soluzione di risparmio energetico.

Parole chiave: permeabilità dell'aria delle strutture esterne esterne, riduzione delle proprietà di schermatura del calore.

Il funzionamento risparmio energetico dei sistemi microclima per gli edifici è influenzato principalmente dalla condizione delle recinzioni esterne dell'edificio e delle loro proprietà di protezione termica [1-12]. Con l'alta qualità dei materiali utilizzati inevitabile aumento struttura dell'età può essere accompagnata da cambiamenti strutturali nelle strutture, specialmente nelle aree relative alle zone climatiche o sismiche rigide. Il restringimento di materiali da costruzione, compresi i riscaldatori, la formazione di fessure portano ad un aumento della permeabilità dell'aria delle recinzioni esterne, che a sua volta provoca una diminuzione della resistenza al trasferimento di calore. Tutto ciò porta infine ad un aumento del consumo di energia termica mediante sistemi di riscaldamento, aumentando i costi di carico e di manutenzione.

Prendere in considerazione il possibile impatto di traspirazione quando viene preso in considerazione nel calcolo del campo di temperatura nelle esempio recinzioni facciate ventilate, che sono sempre più utilizzati a causa delle alte tecnologie e installazione opere e le moderne tendenze in architettura. In questo caso, una

sufficiente precisione può rappresentare involucro esterno sotto forma di uno schema di struttura a due strati [13] Uso di origine lungo l'asse x tra lo spessore isolamento e la struttura di supporto δ_1 δ_2 spessore (Fig. 1).

Quindi l'equazione della conducibilità termica stazionaria per ogni strato secondo [13, 14] e tenendo conto dell'infiltrazione dell'aria avrà la forma:

per il primo strato:

$$\lambda_1 \frac{d^2 t_1}{dx^2} - Gc \frac{dt_1}{dx} = 0, \quad (1)$$

per il secondo strato:

$$\begin{cases} t_1 = e^{\frac{Gc}{\lambda_1} x} \frac{\lambda_1}{Gc} c_1 + c_2, & -\delta_1 \leq x \leq 0 \\ t_2 = e^{\frac{Gc}{\lambda_2} x} \frac{\lambda_2}{Gc} c_3 + c_4, & 0 \leq x \leq \delta_2 \end{cases} \quad (3)$$

Per determinare le costanti di integrazione contenute nel sistema delle equazioni (3), impostare le condizioni del contorno:

a $x=0, t_1=t_2;$ (4)

a $x=0, -\lambda_1 \frac{dt_1}{dx} = -\lambda_2 \frac{dt_2}{dx};$ (5)

a $x=-\delta_1, t_1=t_{h.н};$ (6)

a $x=\delta_2, \lambda_2 \frac{dt_2}{dx} = \alpha_{BH} \Delta t,$ (7)

dove $t_{h.н}$ -la temperatura della superficie esterna del contenitore, °C; α_{BH} - coefficiente di trasferimento di calore dall'aria interna alla parete, pari a 8,7 W / (m²°C) [6]; Δt è la differenza tra la temperatura dell'aria interna e la superficie del muro, $\Delta t = t_B - t_{B.н}$, (cps), ° C, calcolata in accordo con [15. 16] utilizzando la formula:

$$\Delta t = \frac{t_B - t_H}{\alpha_{BH} R^\phi}, \quad (8)$$

dove t_H e t_B - temperatura dell'aria esterna e interna rispettivamente, °C; R^ϕ è

$$\lambda_2 \frac{d^2 t_2}{dx^2} - Gc \frac{dt_2}{dx} = 0, \quad (2)$$

dove λ_1, λ_2 sono i coefficienti di conducibilità termica del primo e del secondo strato, W / (m²°C); t_1, t_2 - temperatura del primo e del secondo strato, °C; G - la quantità di aria che passa attraverso la recinzione, kg / (m²s), con i valori standardizzati assunti secondo [15], è $G = 0,5$ kg / (m² · h); c è il calore specifico dell'aria pari a 1005 J / (kg°C).

La soluzione delle equazioni (1, 2) è il seguente sistema:

dove t_n e t_b - temperatura dell'aria esterna e interna rispettivamente, °C; R^ϕ è la resistenza effettiva di trasferimento del calore della struttura chiusa (m²°C) / W.

Come risultato della determinazione delle costanti di integrazione, si ottiene un sistema di equazioni che descrive la distribuzione di temperatura nell'armadio esterno a doppio strato, tenendo conto dell'effetto della permeabilità dell'aria:

la resistenza effettiva di trasferimento del calore della struttura chiusa (m²°C) / W.

Come risultato della determinazione delle costanti di integrazione, si ottiene un sistema di equazioni che descrivono la

$$\begin{cases} t_1 = \frac{\alpha_{BH} \Delta t}{Gce^{\lambda_2}} \left(e^{\frac{Gcx}{\lambda_1}} - e^{\frac{Gc(-\delta_1)}{\lambda_1}} \right) + t_{HII}, & -\delta_1 \leq x \leq 0 \\ t_2 = \frac{\alpha_{BH} \Delta t}{Gce^{\lambda_2}} \left(e^{\frac{Gcx}{\lambda_2}} - e^{\frac{Gc(-\delta_1)}{\lambda_1}} \right) + t_{HII}, & 0 \leq x \leq \delta_2 \end{cases} \quad (9)$$

Per valutare l'effetto della permeabilità dell'aria sul regime termico di ogni strato della recinzione esterna, consideriamo, ad esempio, le condizioni climatiche delle regioni di Voronezh e di Mosca. Queste aree di costruzione hanno una temperatura esterna del periodo più freddo di cinque giorni, rispettivamente, $-25 \text{ }^\circ\text{C}$ e $-28 \text{ }^\circ\text{C}$ [16]. Come riscaldatore usiamo lana minerale, conducibilità termica $\lambda_1 = 0,07 \text{ W / (m}^\circ\text{C)}$, spessore 0,16 m per Voronezh e 0,17 m per Mosca, determinata ad una temperatura dell'aria interna $t_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ requisiti del calcolo del calore. Lo strato di supporto è un mattone di silice dalla muratura, conducibilità termica $\lambda_2 = 0,76 \text{ W / (m}^\circ\text{C)}$ e uno spessore di 0,38 m. Poiché la differenza tra la temperatura ambiente e sulla superficie di raffreddamento del primo strato non è di solito superiore $2 \text{ }^\circ\text{C}$, quindi per ottenere i dati calcolati al valore normalizzato del coefficiente di permeabilità dell'aria $G = 0,5 \text{ kg / (m}^2 \cdot \text{h)}$ [15] supponiamo che per Voronezh $t_{H,II} = -23,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e per Mosca $t_{H,II} = 26,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Secondo la relazione (8) la differenza tra le temperature dell'aria interna e la superficie di parete interna escludendo la permeabilità all'aria è $\Delta t = 1,73 \text{ }^\circ\text{C}$ e $\Delta t = 1,71 \text{ }^\circ\text{C}$ rispettivamente Voronezh e Mosca.

Il risultato ottenuto nei calcoli per il sistema delle equazioni (9) e presentato in Fig. 2, condizioni termiche e recinto, ci consente di concludere che la permeabilità all'aria di materiali da costruzione provoca un allontanamento significativo dagli indicatori convenzionali [15] per i processi in questione. Ad esempio, la temperatura

distribuzione della temperatura nell'armadio esterno a doppio strato tenendo conto dell'effetto della permeabilità dell'aria:

della superficie interna della struttura di parete con una permeabilità all'aria corrispondente al valore nominale, è ridotto di oltre $7 \text{ }^\circ\text{C}$ (Fig. 2, Tab. 1). I risultati presentati (Fig. 2, Tab. 1) dimostrano la necessità di incorporare permeabilità all'aria in calcoli termici sono stati identificati deviazioni nella distribuzione della temperatura sullo spessore delle recinzioni esterne portare ad eccesso di energia consumata per riscaldamento. Pertanto, è necessario determinare lo spessore necessario dei materiali termoisolanti tenendo conto dell'eventuale infiltrazione dell'aria attraverso le strutture di costruzione.

Secondo la raccomandazione di cui sopra, per gli esempi di calcolo con una permeabilità nominale d'aria di $0,5 \text{ kg / (m}^2 \cdot \text{h)}$, lo spessore dell'isolamento termico dovrebbe essere aumentato del 20%, il che garantirà un minimo sui requisiti sanitari e igienici [15] sulla superficie della parete interna.

Conclusioni. La permeabilità dell'aria, tipica di tutti i comuni materiali da costruzione, riduce significativamente le proprietà di schermatura del calore delle recinzioni esterne. Ignorare l'infiltrazione risultante nei calcoli di progettazione del calore può condurre alla non conformità dei parametri del microclima con requisiti sanitari e igienici, nonché l'eccessivo consumo di risorse energetiche da parte dei sistemi di riscaldamento. Per eliminare possibili conseguenze negative, è necessario aumentare lo spessore del materiale termoisolante rispetto alle soluzioni da applicare nei progetti.

References:

1. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Tsykanovskiy E.Yu. 2004. Calculation of the thermal protection of facades with a ventilated air gap. *ABOK*. 2. 3: 25-31.
2. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Neklyudov A.Yu. 2014. Allowance for heat-conducting inclusions in the calculation of heat losses through enclosing structures. In the book. *Building physics. Systems of microclimate and energy saving in buildings. International conference - academic readings*. Moscow. P. 17-25.
3. Gagarin V.G., Neklyudov A.Yu., 2014. Accounting for thermal bridges of fences in determining the heat load on heating systems. *Housing construction*. 6. P. 3-7.
4. Gagarin V.G., Neklyudov A.Yu. 2014. Accounting for thermal engineering irregularities of fences in determining the heat load on the building's heating system. *Housing construction*. 6. P. 3-7.
5. Bogoslovsky V.N. 2013. *Building thermophysics (thermophysical basis of heating, ventilation and air conditioning)*. Moscow, The book on demand. 416 p.
6. Perezhentsev A.G. 2008. Theoretical bases and methods for calculating the temperature-humidity regime of the enclosing structures of buildings. *Volgograd: VolgGASA*. 78 p.
7. Khinkanin L.A., Khinkanin A.P. 2015. Influence of heat engineering heterogeneities on energy efficiency of enclosing structures. *Modern problems of science and education*. 2. P.11-17.
8. Sheps R.A., Shchukina T.V. 2015. Thermal protective properties of fences taking into account the forecasted operating conditions. *Housing construction*. 7. P. 29-31.
9. Kuznetsova L.V. 2011. On the issue of complex protection of building structures // *Scientific and Technical Journal Vestnik MSSU*. 7. P. 181-186.
10. Sherif Goubran, Dahai Qi, Wael F. Saleh, Liangzhu (Leon) Wang, Comparing methods of modeling air infiltration through building entrances and their impact on building energy simulations. *Energy and Buildings*. Volume 138. 1 March 2017. P. 579-590.
11. *Air Leakage Characteristics, Test Methods and Specifications for Large Buildings*. CMHC Technical Series 1-800-668-2642.
12. W. A. Anis. 2003. The effect of air permeability on the design of air-conditioning systems // *ASHRAE*. 2. p.13-21.
13. Kuznetsova L.V. 2013. Thermal regime of insulation of fences under extreme conditions of high-temperature impact. *Izvestiya Vuzov "Stroitelstvo"*. 2-3. Pp. 103-107.
14. Fokin K.F. 2006. *Building heat engineering of enclosing parts of buildings*. Ed. By Yu.A. Tabunshchikova, V.G. Gagarin. 5 th ed., Revision. Moscow, AVOK-PRESS. 256 p.
15. SP 50.13330.2012. "Thermal protection of buildings." Updated version of SNiP 23-02-2003 Moscow, Ministry of Regional Development of Russia, 2012. 100 p.
16. SP 131.13330.2012. "Construction climatology". Updated version of SNiP 23-01-99, Ministry of Regional Development of Russia, 2015. 119 p.

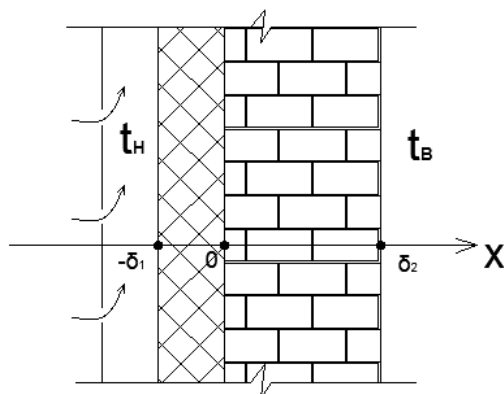


Fig. 1. Diagramma dell'armadio esterno doppio strato: δ_1 e δ_2 - spessore rispettivamente dell'isolamento termico e dello strato di supporto, m

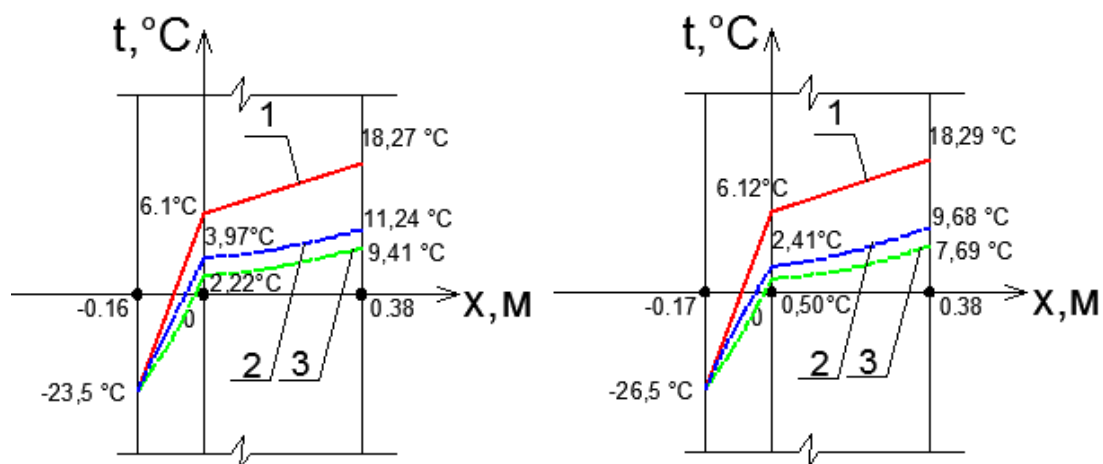


Fig. 2. Distribuzione della temperatura in una recinzione esterna a doppio strato: a, b - nelle condizioni climatiche delle regioni di Voronezh e di Mosca rispettivamente; 1 - temperatura senza tenere conto della permeabilità dell'aria; 2 - temperatura alla permeabilità dell'aria normalizzata $G = 0,5 \text{ kg} / (\text{m}^2\text{h})$; 3 - temperatura tenendo conto della permeabilità dell'aria superiore al valore standard di 30%

Tabella 1

La temperatura di progettazione per una struttura a doppio strato quando si tiene conto della permeabilità dell'aria

Aumento della permeabilità dell'aria rispetto al valore normalizzato	Temperatura, °C			
	tra strati di costruzione		sulla superficie interna	
	Voronezh	Mosca	Voronezh	Mosca
Con un valore normalizzato	3,969	2,412	11,238	9,681
Con un aumento del 5%	3,667	2,082	10,924	9,338
Con un aumento del 10%	3,370	1,756	10,614	9,000
Con un aumento del 15%	3,076	1,435	10,308	8,667
Con un aumento del 20%	2,786	1,119	10,005	8,338
Con un aumento del 25%	2,500	0,806	9,707	8,013
Con un aumento del 30%	2,217	0,498	9,412	7,692