

УДК 628.8:004.94

COMPARAISON DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE RADIANT DANS LES LOCAUX DU BATIMENT A FAIBLE HAUTEUR

*Sc.D. Savytskyi M.V., Ph.D. Limam K., Ph.D. Adegov A.V.,
collab. sc. adj. Kudryavcev A.P.*

*La Prydniprovs'ka Académie d'Etat de Génie Civil et d'Architecture,
Dnipropetrovs'k*

Approche du problème. L'application des systèmes de chauffage radiant (SChR) améliore le confort thermique et la qualité intérieure des locaux, de plus la charge sur le chauffage dans les bâtiments se trouve réduite d'une part et plus efficace énergétiquement d'autre part.

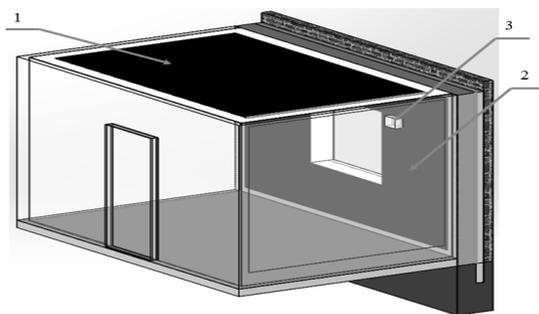
Lors du choix des SChR qui assurent le régime thermique des locaux il est important de connaître la disposition dans l'ambiance des panneaux radiants et le régime de fonctionnement de cet équipement. Le présent problème peut être résolu par des simulations numériques permettant des investigations sur le fonctionnement de tels équipements dans les locaux étudiés.

But de recherche. Faire une comparaison de différentes dispositions des SChR dans le local étudié. Après avoir traduit numériquement et avec exactitude les conditions réelles de positionnement et de fonctionnement des SChR, des simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel CAD/CAE dont le principe de calcul est basé sur les températures de l'air intérieur ainsi que celles des surfaces intérieures des murs.

Résultats

Pour la modélisation de fonctionnement ПСО, nous avons réalisé un modèle géométrique du local avec les dimensions 2,8x4,2x3,3 (h). Sur la fig. 1 est présenté un local avec les systèmes de chauffage radiant et la ventilation décentralisée disposant d'une conduite d'aspiration et de refoulement. Les systèmes de chauffage sont intégrés à des parois :

- Soit la surface du plafond (1),
- Soit le mur extérieur (2).



*Fig.1 La disposition des systèmes de chauffage et de ventilation décentralisée.
1 – les systèmes de chauffage de plafond, 2 – les systèmes de chauffage de mur,
3 – la ventilation décentralisée à conduite d'aspiration et de refoulement*

Pour la modélisation on a pris les conditions initiales suivantes :

- les murs intérieurs et les locaux adjacents ont été pris comme adiabaliques.
- le milieu environnant est pris en compte par une « température imposée » (régime de température appliqués aux murs extérieures et fenêtres). Les régimes de températures ont été pris selon le paramètre B pour les conditions climatiques de latitude de Dnipropetrovsk, l'air extérieur $t_{ext} = -24^{\circ}\text{C}$, la vitesse du vent $v = 5,5 \text{ m/s}$.

- on simule également le fonctionnement de la ventilation décentralisée avec conduite d'aspiration et de refoulement, intégrée dans le mur à côté de la fenêtre. Le volume de l'air amené $v_{np} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$ en corrélation avec la surface 2 m^3 pour 1 m^2 . La température de l'air fourni $t_{np} = 16^{\circ}\text{C}$. L'arrivée d'air est effectuée continuellement durant toute la période de calcul.

- le fonctionnement du système SChR, prend en compte une surface de radiation qui est constituée de plâtre. Dans le cas où les systèmes SChR sont intégrés au plafond la température du plafond t_{SChR} vaut $28,5^{\circ}\text{C}$. Par contre, pour la disposition murale verticale des SChR, la température du mur extérieur t_{SChR} vaut 25°C .

Le calcul a été effectué en régime statique jusqu'à la convergence totale des critères principales. Pour les critères de convergence, on a pris les températures moyennes des surfaces intérieures des murs, ainsi que la température de l'air.

Les résultats des simulations de la distribution des températures pour le cas où le système SChR est au plafond, sont présentés sous forme des champs isothermes. La section a été effectuée perpendiculairement au milieu de la fenêtre (fig. 2 – 4).

Soulignons que pour des SChR intégrés en plafond, la majeure partie du plafond $S_{pl} = 9,12 \text{ m}^2$ est utilisé pour l'échauffement du local, $t_{pl} = 28,5^{\circ}\text{C}$. Sur la fig. 2 on peut voir deux zones principales grâce à la distribution de température d'air. La première zone (directement sous plafond) est réchauffée jusqu'à $t_1 \geq 21,5^{\circ}\text{C}$, le reste de l'espace du local – deuxième zone - est réchauffée jusqu'à $t_2 = 19 \div 21,5^{\circ}\text{C}$. La fig. 3 présente cinq zones principales de distribution de la température radiante dans un local. Dans la zone fonctionnelle de la disposition du personne $t_R = 21,0^{\circ}\text{C}$, dans la zone de fenêtre $t_R = 18,0^{\circ}\text{C}$. En cas d'utilisation des SChR de plafond les surfaces internes des murs, à hauteur de 1,5m du plancher sont réchauffées jusqu'à la température $t_{mur} = 21,0^{\circ}\text{C}$, alors que la température de l'air t_{air} vaut $19,5^{\circ}\text{C}$. Dans le cas du plafond radiant, le brassage important de l'air n'a pas été remarqué, le seul moteur du mouvement (par brassage) est imposé par la ventilation. La vitesse de mouvement de l'air dans la zone fonctionnelle $v_p \approx 0,035 \text{ m/s}$ (voir fig. 4).

Les résultats de simulation du SChR de mur verticale sont présentés sous forme des champs isothermes. La section a été effectuée perpendiculairement au milieu de la fenêtre. Voir fig. 5 - 7.

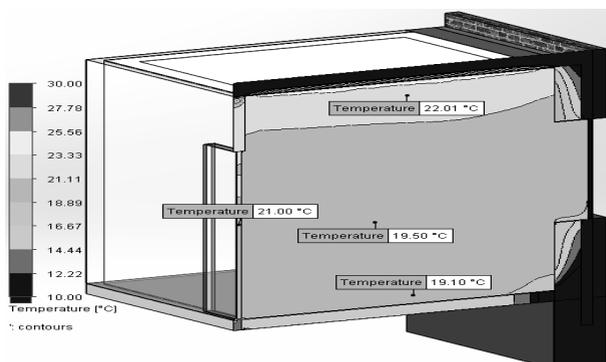
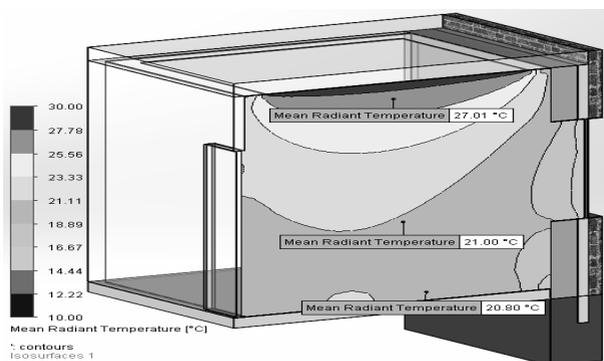


Fig.2 Distribution des températures de l'air suivant la section de SChR de plafond



Puc. 3 Distribution des températures radiantes suivant la section de SChR de plafond

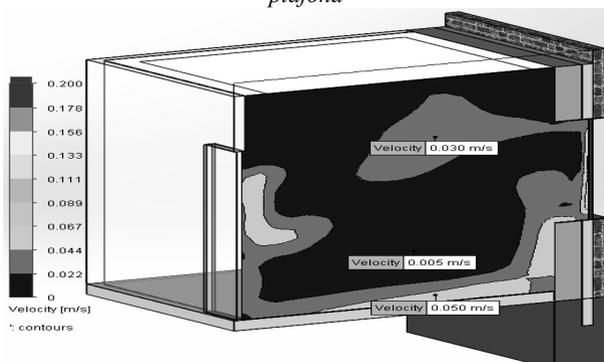


Fig. 4 Distribution de la vitesse suivant la section de SChR de plafond

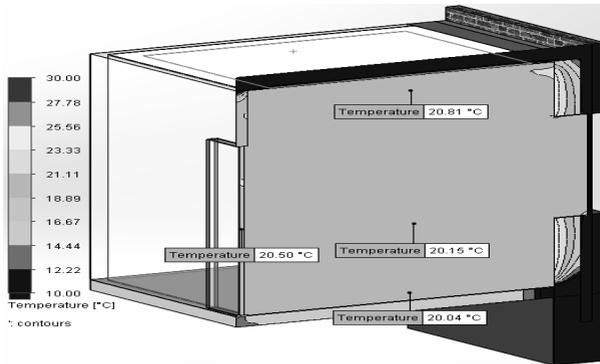


Fig.5 Distribution des températures de l'air suivant la section de SChR de mur

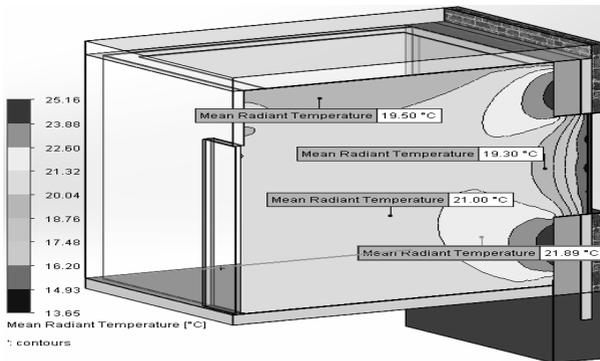


Fig. 6 Distribution de la température radiante suivant la section de SChR de mur

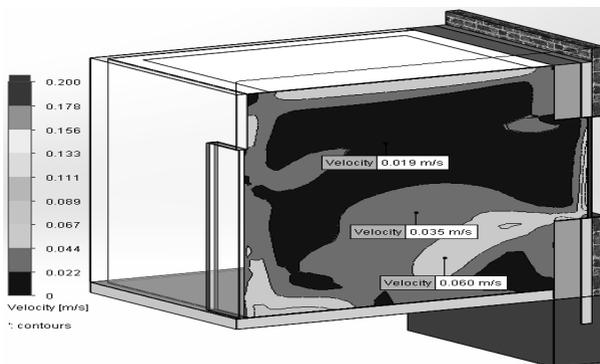


Fig. 7 Distribution de la vitesse suivant la section de SChR de mur

En cas de la disposition murale des SChR la majeure partie du mur $S_{\text{mur}}=10,2 \text{ m}^2$ est utilisée pour l'échauffement du local, $t_{\text{mur}}=25 \text{ }^\circ\text{C}$. Sur la fig. 5 on peut voir une zone principale de la distribution de température d'air. Le gradient de température d'air en hauteur est de l'ordre de $\Delta t=1^\circ\text{C}$, la température d'air dans la zone fonctionnelle où sont exposées les personnes est égale $t_b=20,15 \text{ }^\circ\text{C}$. Sur la fig. 6 sont présentées quatre zones principales de distribution de la température radiante dans le local étudié. Dans la zone fonctionnelle où résident les personnes $t_R=21,0 \text{ }^\circ\text{C}$, dans la zone de fenêtre $t_R=19,3 \text{ }^\circ\text{C}$. En cas d'utilisation des SChR mural les surfaces internes des murs adjacents et opposés à hauteur de 1,5m du plancher sont réchauffés jusqu'à une température $t_{\text{mur}}=20,5 \text{ }^\circ\text{C}$, avec une température de l'air $t_{\text{air}}=20,15 \text{ }^\circ\text{C}$. Maintenant pour les cas de murs radiants, dans le processus de brassage de l'air participent le SChR et la ventilation (avec conduite d'aspiration et de refoulement). La vitesse de mouvement de l'air dans la zone fonctionnelle $v_p \approx 0,035 \text{ m/s}$ (voir fig. 7).

Conclusion

Ce travail d'exploration numérique nous a permis d'atteindre une estimation prédictive des transferts de chaleur et de masse pour notre étude sur les systèmes SChR. La modélisation du chauffage d'un local à l'aide des SChR de plafond et de mur a montré que la température de l'air est $1,5 \div 2,0^\circ\text{C}$ plus bas que la température radiante dans la zone fonctionnelle du local.

Lors d'une modélisation de fonctionnement des SChR à la fois pour le plafond mais également pour un mur verticale, on a obtenu des températures radiantes quasi identiques dans la zone fonctionnelle accueillant les personnes. De plus, la température de « SChR de plafond » est $3,5^\circ\text{C}$ plus haute que la température obtenue lorsque l'on utilise un « SChR de mur ».

REFERENCES

1. Кувшинов Ю.Я. Теоретические основы микроклимата помещения. / Научное издание.-М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 184с.
2. Алямовский А. А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448с.
3. John E. Matsson, Ph.D., John Matsson. An Introduction to SolidWorks® Flow Simulation 2012. издание SDC Publications, 2012. – 318с.
4. Darrell W. Pepper, David Carrington. Modeling Indoor Air Pollution. Издание Imperial College Press (March 23, 2009), – 360с.
5. A.W.M. van Schijndel. Integrated Heat Air and Moisture modeling and Simulation. издательство Tsinghua Press 2009. – 220с.