



Badania numeryczne wpływu zabudowy grzejnika konwekcyjnego półką poziomą z zakrzywieniem na rozkład pól temperatury i prędkości powietrza w pomieszczeniu

*Magdalena Orłowska, Aleksander Szkarowski,
Sylvia Janta-Lipińska
Politechnika Koszalińska*

1. Wprowadzenie

W dzisiejszych czasach wystrój wnętrz odgrywa znaczącą rolę. Ludzie decydują się na różne elementy ozdobne, architektoniczne, nie myśląc do końca o ich wpływie na cyrkulację powietrza w pomieszczeniu. "Współczesne techniki wytwarzania nie są pozbawione problemów związanych z zapewnieniem odpowiedniej jakości wytwarzanych wyrobów przy jednoczesnej minimalizacji kosztów ich produkcji jak i wzroście wydajności procesu. Dominującą rolę w tym działaniu odgrywa racjonalne wykorzystanie energii i ochrona środowiska". (Bohdal i Walczak 2013)

Grzejniki powinny zapewniać odczucie komfortu w pomieszczeniu. Ogólne wymagania stawiane grzejnikom przede wszystkim to:

- zapewnienie odpowiedniej wydajności cieplnej,
- bezpieczna konstrukcja,
- regulacja oddawanego ciepła,
- łatwość demontażu i czyszczenia,
- niewielkie gabaryty przy intensywnej wymianie ciepła,
- niski ciężar i pojemność cieplna,
- odporność na korozję,

- łatwy i szybki montaż,
- niski koszt,
- optyczne dopasowanie do pomieszczenia.

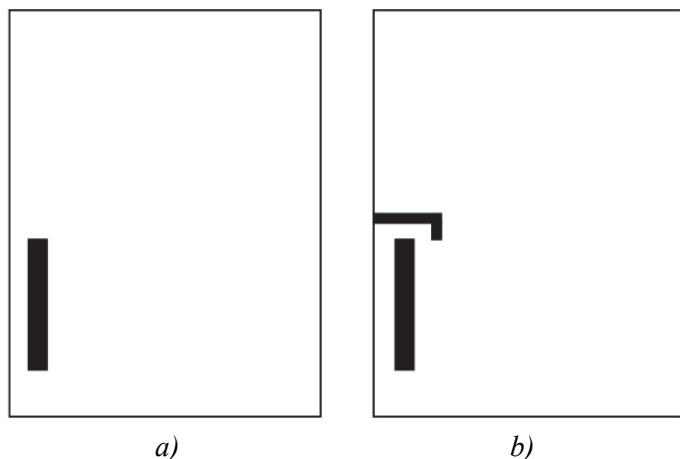
O powszechnym zastosowaniu płytowych wymienników zdecydowały niewątpliwie zalety wynikające z samej konstrukcji czy zasady działania, związane m. in. z warunkami wymiany ciepła (współ- lub przeciwwąprąd), zakresem wydajności, czynnościami serwisowymi itd.

Płytowe wymienniki ciepła charakteryzują się:

- dużą mocą cieplną przy niewielkich różnicach temperatury współdziałających termicznie czynników,
- wysokimi wartościami współczynników przekazywania ciepła, a więc i dużą sprawnością,
- małą pojemnością cieplną,
- szerokim zakresem wydajności,
- wysoką wytrzymałością na ciśnienie i temperaturę,
- możliwością współpracy z substancjami agresywnymi,
- zwartą konstrukcją, a przez to małym ciężarem,
- bezpieczeństwem eksploatacji i niezawodnością działania dzięki zastosowaniu wielu innowacyjnych rozwiązań (m.in. komory bezpieczeństwa, podwójne ścianki płyt, system rozdzielania czynnika i in.),
- elastycznością konfiguracji i łatwością rozbudowy,
- prostymi czynnościami montażowymi oraz konserwacyjnymi (Florek i Pawlus 2006).

Informacje o zaleceniach montażowych grzejników nie pokrywają się ze sobą, co oznacza brak jednoznacznych danych! Przy montażu okien nieodzwonnie montowane są popularne półki poziome – parapety. Często mając na względzie zabiegi estetyczno-architektoniczne robi się to nieprzemyślanie, przez co można pogorszyć wymianę ciepła, a co za tym idzie wydajność cieplną grzejnika. Szerokość i budowa parapetów jest różna. Niektóre posiadają nawet swoiste zakrzywienia, zaokrąglenia. W tym momencie powstaje pytanie? Czy takie elementy poprawiają warunki cieplne w pomieszczeniu, czy może blokują swobodny przepływ powietrza? Autorzy artykułu (Orłowska i Czapp 2012) stwierdzili, że im węższy i wyżej położony nad grzejnikiem parapet tym wydajność cieplna

grzejnika większa przy czym najkorzystniejsza cyrkulacja powietrza pozostaje w przypadku układu bez parapetu. Artykuł jest kontynuacją bardzo szerokiego zagadnienia badania konwekcyjnego wymiennika ciepła pracującego przy różnych warunkach brzegowych. Niniejsza publikacja ma na celu podjęcie próby porównania wymiennika ciepła pracującego bez osłonięcia parapetem (rys. 1a) oraz z parapetem zakrzywionym (rys. 1b).



Rys. 1. Schemat pomieszczenia z konwekcyjnym wymiennikiem ciepła a) i zakrzywionym parapetem b)

Fig. 1. Diagram of room with convection heat exchanger a) and curved sill b)

2. Obliczenia numeryczne

Obliczenia numeryczne wykonano przy użyciu kodu komercyjnego Ansys, Flotran. Program ten oparty jest na rozwiązaniu równań bilansu energii, pędu i masy, stosowanych w Numerycznej Termomechanice Płynów (ang. CFD – Computational Fluid Dynamic). Wersja standardowa kodu obliczeniowego umożliwia prowadzenie modelowania w oparciu o tradycyjne zależności fenomenologiczne oraz dodatkowe równania domknięcia, opisujące wspomniane wcześniej turbulентne strumienie pędu i energii. Badany układ zamodelowano w przestrzeni dwuwymiarowej. Dwuwymiarowy tzw. model domknięcia opracowany został przez *Laundera*. W przypadku niewielkich prędkości przepływu czynnika przyjmuje się często model turbulencji dla niskich wartości liczby Reynoldsa (Szpakowska 2010).

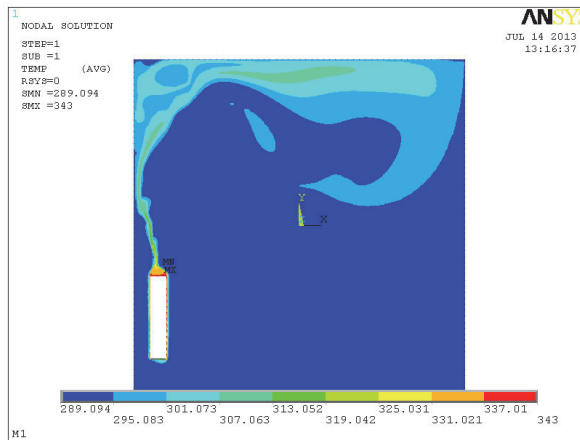
Założenia dla modelu:

- pomieszczenie o wymiarach 2 x 2 m,
- grzejnik o szerokości 0,1 m i wysokości 0,5 m umieszczony na ścianie bez okna,
- stan ustalony,
- ruch turbulentny lub laminarny w zależności od rozpatrywanego układu,
- temperatura powierzchni grzejnej 328 K,
- temperatura otoczenia 293 K,
- prędkość na ściankach 0 m/s.

Po zadaniu odpowiednich parametrów dla powietrza, określeniu temperatury i prędkości ścianek pomieszczenia oraz grzejnika program wykonuje obliczenia dla zadanej liczby iteracji.

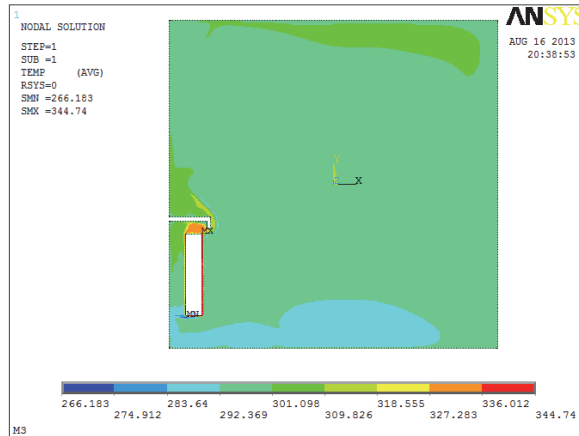
3. Wyniki obliczeń numerycznych

Uzyskane wyniki obliczeń przedstawiono na rysunkach 2-7. Obejmują one otrzymane pola temperatury i prędkości powietrza oraz współczynnik przejmowania ciepła α , który decyduje o intensywności wymiany ciepła.



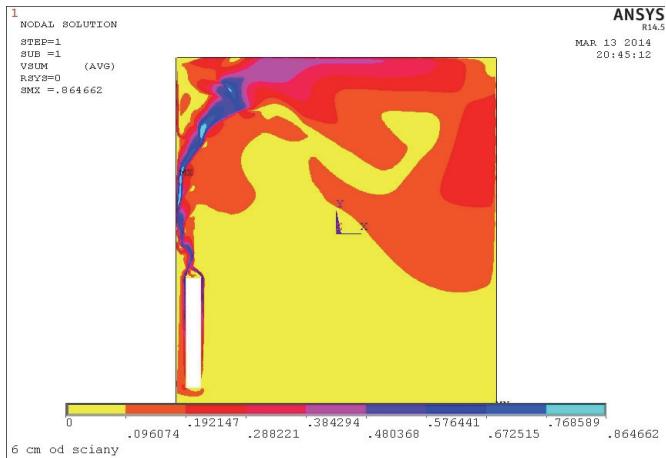
Rys. 2. Rozkłady pól temperatury powietrza w układzie bez półki poziomej (Ansys)

Fig. 2. Distribution of air temperature fields in a system without a horizontal shelf (Ansys)



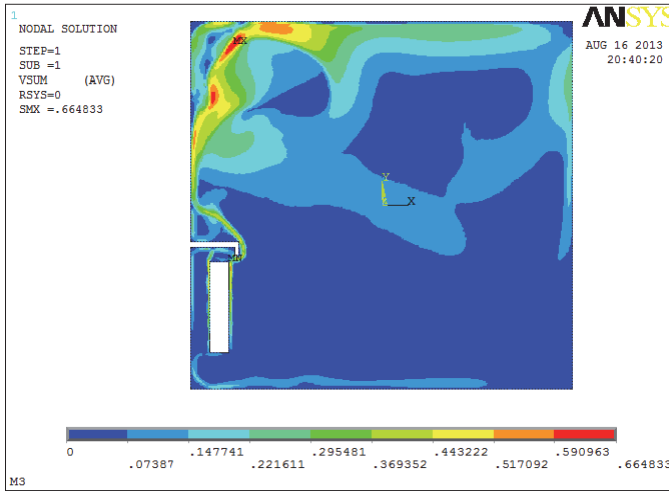
Rys. 3. Rozkłady pól temperatury powietrza w układzie z półką poziomą posiadającą zakrzywienie (Ansys)

Fig. 3. Distribution of air temperature fields in a system with a horizontal curved shelf (Ansys)



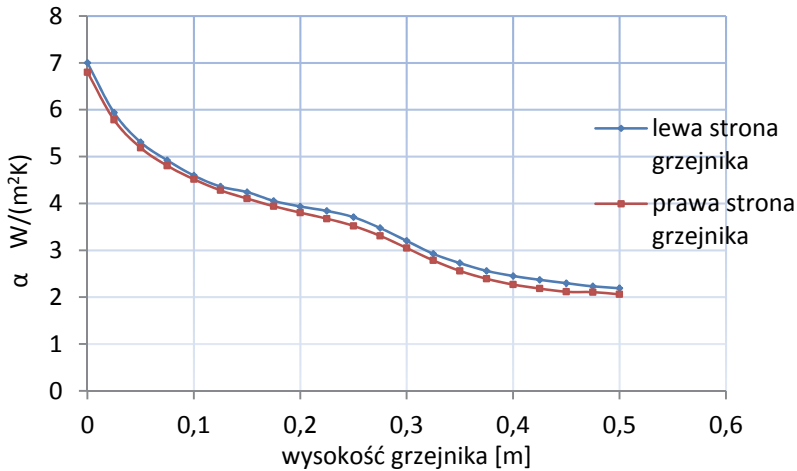
Rys. 4. Rozkłady pól prędkości powietrza w układzie bez półki poziomej (Ansys)

Fig. 4. Distribution of air velocity fields in a system without an horizontal shelf (Ansys)



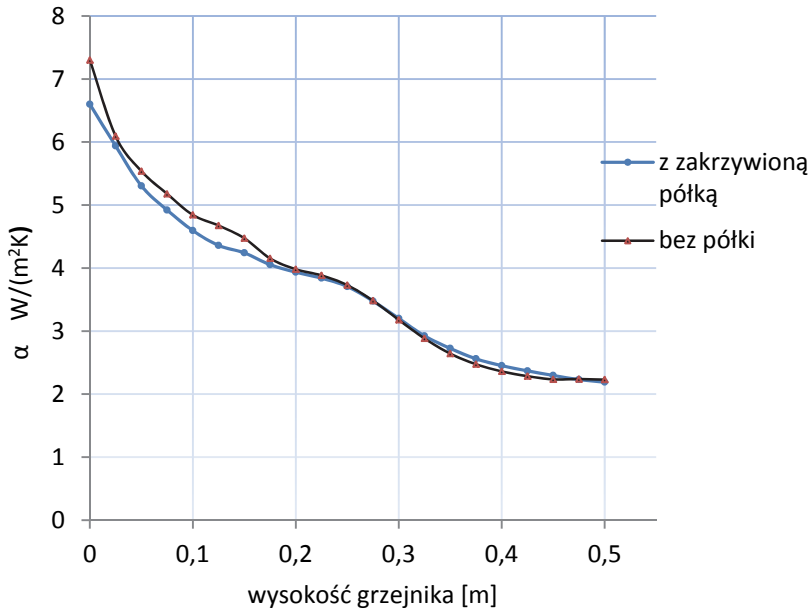
Rys. 5. Rozkłady pól prędkości powietrza w układzie z półką poziomą z zakrzywieniem (Ansys)

Fig. 5. Distribution of air velocity fields in a system with a horizontal curved shelf (Ansys)



Rys. 6. Współczynnik przejmowania ciepła α po prawej i lewej stronie grzejnika przy zabudowie półką z zakrzywieniem w funkcji wysokości grzejnika

Fig. 6. Heat transfer coefficient α on the right and left side of the radiator with a curved shelf as a function of radiator height



Rys. 7. Współczynnik przejmowania ciepła α przy zabudowie półką poziomą z zakrzywieniem oraz bez półki w funkcji wysokości grzejnika

Fig. 6. Heat transfer coefficient α for radiator with a curved shelf and without shelf as a function of radiator height

4. Wnioski

Z przeprowadzonych symulacji komputerowych jasno wynika, iż stosowanie półek z zakrzywieniem pogarsza cyrkulację powietrza w pomieszczeniu. Korzystniejsze pola temperatury i prędkości powietrza otrzymano w układzie bez półki. Podobnie przedstawia się przebieg współczynnika przejmowania ciepła α . Dla większej czytelności zobrazowano go w formie wykresu wzdłuż wysokości grzejnika. Widać wyraźnie, że od dolnej strony grzejnika współczynnik przejmowania ciepła α maleje wraz ze wzrostem wysokości, przy czym większe wartości przyjmuje w układzie bez półki poziomej (rys. 7). Malejące wartości współczynnika przejmowania ciepła α wzdłuż wysokości grzejnika spowodowane są wzrostem grubości warstwy przyściennej, a więc większymi oporami przepływu. Dodatkowo przedstawiono również zależność współczynnika przejmowania ciepła α po prawej i lewej stronie grzejnika

(rys. 6). Z lewej strony grzejnik znajduje się przy ścianie pomieszczenia. Ściana pozostaje nie bez znaczenia. Tworzy się w ten sposób kanał konwekcyjny, w którym powstaje ciąg. W związku z tym wartości alfa są wyższe niż w przypadku prawej strony grzejnika, która pozostaje niczym nie osłonięta.

Literatura

Ansys Flotran CFD.

Bohdal, Ł., Walczak, P., (2013). Ekomodelowanie cięcia blach nożycami krążkowymi. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 15, 863-872.

Florek, R., Pawlus, J., (2006). Płytowe wymienniki ciepła w instalacjach chłodniczych – charakterystyka konstrukcyjna i przepływowa. *Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna*, 5/2006, 18.

Orłowska, M., Czapp, M., (2012). Analiza numeryczna wydajności cieplnej konwekcyjnego wymiennika ciepła obudowanego poziomymi płytami. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 14, 582-586.

Szpakowska M./Orłowska M., (2010) *Badanie wpływu warunków brzegowych i na intensyfikację konwekcyjnej wymiany ciepła od płyty pionowej w przestrzeni częściowo ograniczonej*. Praca doktorska.

Research on the Impact of a Curved Horizontal Shelf over Radiator on the Distribution of Air Temperature and Velocity Fields

Abstract

Main objective of this work was to perform numerical studies with heat exchanger covered in horizontal shelves. Today's possibilities of commercial computer programs are impressive. Calculations were performed using the simulation code Ansys Flotran. One can simulate flows under the given boundary conditions. In the future, the author wants to expand the study to verify the numerical calculations on the laboratory measuring station.

This article concerns plate heat exchangers. These are the most popular and currently used in c.h. types of heaters. There are a whole range of different sizes, colors, visual effects and high thermal inertia determine the choice.

Very often, such heaters are installed according to installation conditions. Sometimes, improper installation or cover may be associated with decreased heat output efficiency. This applies not only to furnitures but also a very popular horizontal shelves – window sills, which have different depths and width and they are made of various materials, for example – plastic or marble.

Sometimes, they have a curvature of the edge. The question is, how this type of structures influence the thermal effect – the performance of the radiator?

This article presents selected results of numerical research on the convective heat exchanger. Heat was encased in a horizontal plate with curvature – Fig. 1. Temperature field, velocity and air density – Fig. 2-5. were obtained. heat transfer coefficient α , which determines the intensity of heat exchange was set on that basis.

It turned out that the curvature of the enclosure and heater sill affects the distribution of the heat transfer coefficient α . Therefore, no horizontal shelf is preferred. we should pay attention to this type of decorative elements and think about mounting conditions to take full advantage of the heat exchanger when we deciding on the cover.

Streszczenie

Celem pracy było wykonanie badań numerycznych płytowego wymiennika ciepła obudowanego półką poziomą z zakrzywieniem. Dzisiejsze możliwości komercyjnych programów komputerowych są imponujące. Obliczenia wykonano przy użyciu kodu obliczeniowego Ansys Flotran. Dzięki niemu można symulować przepływy przy zadanych warunkach brzegowych. W przyszłości autorka pragnie poszerzyć badania o weryfikację obliczeń numerycznych na stanowisku pomiarowym laboratoryjnym.

Artykuł traktuje o zabudowie płytowych wymienników ciepła. Są to najbardziej popularne i wykorzystywane obecnie w c.o. typy grzejników. Istnieje ich cała gama a rozmaite wymiary, kolory, efekty wizualne oraz duża bezwładność cieplna decydują o wyborze.

Często grzejniki takie montowane są wg warunków montażowych osób je instalujących. Nie zawsze przynoszą oczekiwany efekt cieplny. Niekiedy niewłaściwy montaż lub przysłonięcie może wiązać się ze zmniejszeniem efektywności – wydajności cieplnej. Mowa tutaj nie tylko o meblach czy osłonach je przysłaniających ale również o bardzo popularnych półkach poziomych – parapetach. Parapety mają różne głębokości i szerokości. Wykonywane są z rozmaitych materiałów, np. plastik czy marmur. Bywa, że posiadają zakrzywienia krawędzi. Pojawia się pytanie jak tego typu konstrukcje wpływają na efekt cieplny – wydajność grzejnika?

W artykule przedstawiono wybrane wyniki badań numerycznych dotyczących konwekcyjnego wymiennika ciepła. Wymiennik obudowano poziomą płytą z zakrzywieniem (rys. 1). Uzyskano pola temperatury i prędkości – rysunki 2-5. Na ich podstawie wyznaczono współczynnik przejmowania ciepła α , który decyduje o intensywności wymiany ciepła.

Okazało się, że zakrzywienie i obudowanie grzejnika parapetem niekorzystnie wpływa na rozkład współczynnika przejmowania ciepła α . Dlatego też korzystniejszy jest układ bez półki poziomej. Decydując się na obudowę powinniśmy zwrócić uwagę na tego typu elementy ozdobne i przemyśleć warunki montażowe aby w pełni wykorzystać możliwości grzewcze wymiennika ciepła.

Słowa kluczowe:

grzejnik, współczynnik przejmowania ciepła α , wymiana ciepła

Keywords:

radiator, heat transfer coefficient α , heat exchange