

Marek M. Janczarek\*, A. Bulyandra\*

## CHARAKTERYSTYKI DYNAMICZNE WPŁYWU ATMOSFERYCZNYCH ZMIAN STRUMIENI CIEPNYCH NA POWIERZCHNIĘ PRZEGRÓD KOMÓR OBIEKTÓW TECHNICZNYCH

Każdy obiekt budowlany poddany jest wpływow warunków atmosferycznych w postaci okresowo zmieniającej się temperatury, wilgotności i prędkości wiatru. Ma to zasadniczy wpływ na wewnętrzny mikroklimat komory, w której w zależności od jej typu i przeznaczenia, ustalany jest określony reżim cieplny. Uwzględnienie tych zmiennych wpływów, w szczególności temperatury, ma wymierny skutek w postaci oszczędności energetycznych związanych z eksploatacją danego obiektu budowlanego. Modele matematyczne przejścia ciepła przez przegrody pozwalają na analityczne wyznaczenie funkcji przejścia strumieni ciepła dając wyobrażenie o zachowaniu się temperatury na wewnętrznych powierzchniach pomieszczenia. Graficznym odpowiednikiem analitycznego rozwiązania problemu przejścia ciepła przez przegrodę jest zastosowanie środowiska programu Modelica do modelowania fizycznego rozpatrywanego zagadnienia. W Modelice jest możliwe korzystanie z gotowych tzw. bibliotek zawartych w zintegrowanym pakiecie Dymola. W skład pakietu wchodzi podstawowe bezpłatne biblioteki zawarte w Modelice oraz biblioteki komercyjne dostępne w Dymoli.

Biblioteki podstawowe zawierają:

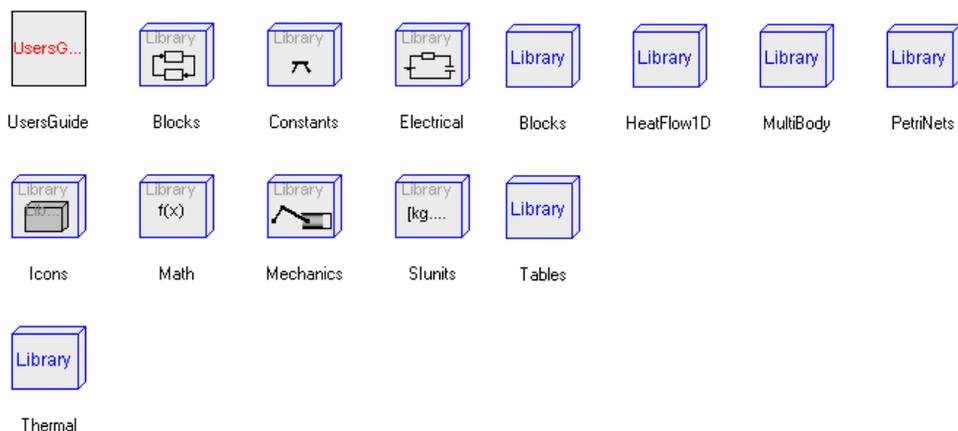
- modele mechaniczne,
- modele elektryczne,
- modele termiczne,
- modele wymiany ciepła,
- sieci Petriego,
- elementy matematyczne.

Wykorzystanie powyższych bibliotek daje możliwość modelowania zjawisk zachodzących podczas pracy elementów mechanicznych w trzech wymiarach uwzględniając siły, prędkości i przemieszczenie.

Modele elektryczne umożliwiają budowę i analizę układów elektrycznych zarówno analogowych jak i cyfrowych. Przepływ ciepła opisywany jest poprzez modele jednowymiarowe elementów skupionych.

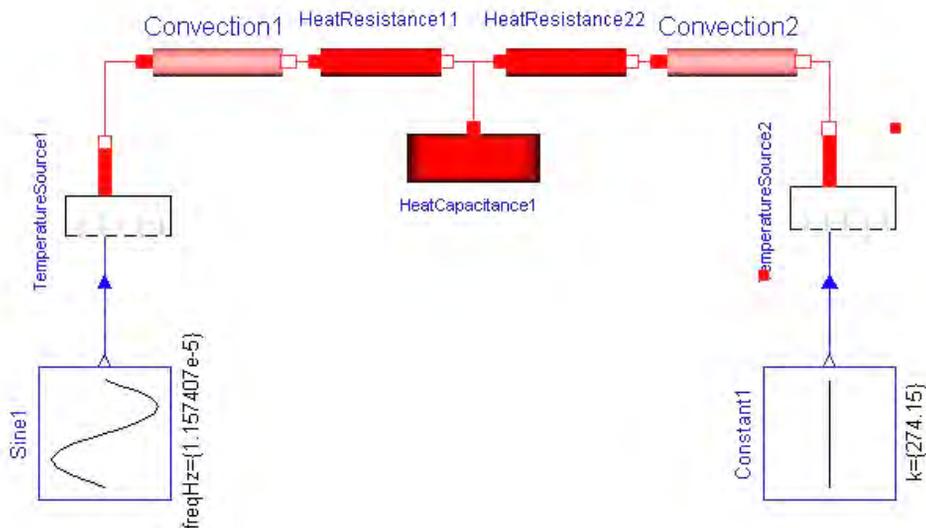
---

\* Marek M. JANCZAREK, A. BULYANDRA – Katedra Podstaw Techniki, Wydział Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska.



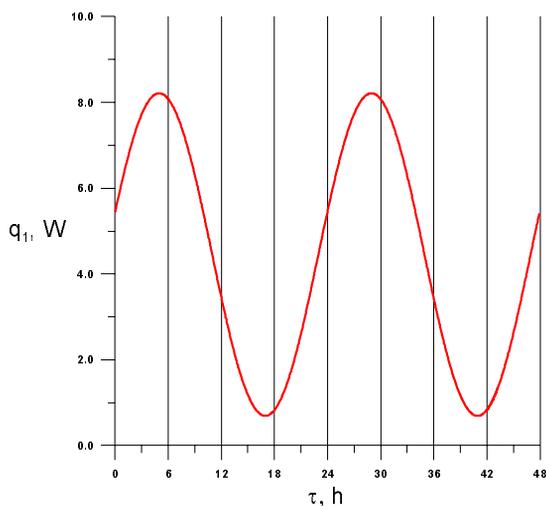
Rys. 1. Biblioteki podstawowe

Na rys. 2 przedstawiony jest schemat blokowy jednorodnej przegrody budowlanej, zbudowanej z dowolnego materiału o znanych własnościach fizycznych. Własności te podane są poprzez gęstość materiału, jego ciepło właściwe oraz współczynnik przewodzenia ciepła, grubość przegrody jak również poprzez współczynniki wnikania ciepła od otaczającego ośrodka do obu powierzchni ściany. Wymienione wartości pozwolą na wyznaczenie rezystancji i pojemności przedstawionego poniżej modelu przegrody. Na wejściu układu wprowadzona jest okresowo zmienna temperatura, na przykład dobowa a na wyjściu utrzymywana jest temperatura na poziomie stałej dowolnie określonej wartości.

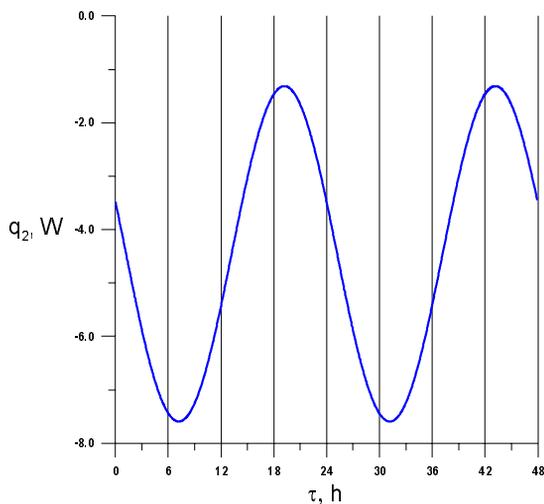


Rys. 2. Schemat blokowy ściany jednorodnej przy wymuszeniu sinusoidalnym

Model ten w sposób plastyczny pozwala wyobrazić sobie analizowaną przegrodę a w rezultacie uzyskać graficzny obraz zachowania się strumienia ciepła na wewnętrznej powierzchni ściany. Dodatkowo otrzymany wykres daje nam możliwość oceny wartości modułu i przesunięcia fazowego strumienia ciepła w rozpatrywanym obiekcie. Moduł ten możemy interpretować jako stosunek amplitud sygnałów wyjścia  $q_2$  do amplitud sygnałów wejścia  $q_1$ . Przesunięcie fazowe odczytywać możemy bezpośrednio na osi czasu wykresów przedstawionych na rys. 3. i rys. 4. Ponadto wykresy te umożliwiają odczytać na osiach rzędnych moc sygnałów wyjścia i wejścia.



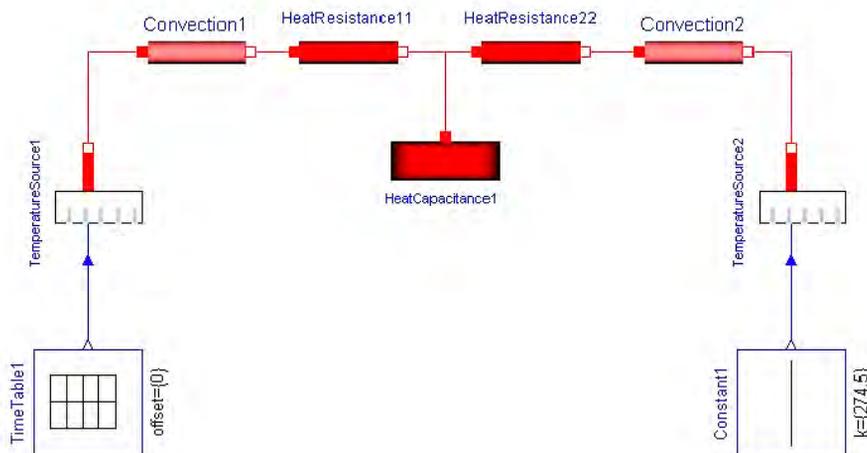
Rys. 3. Przebieg gęstości strumienia ciepła na wejściu układu



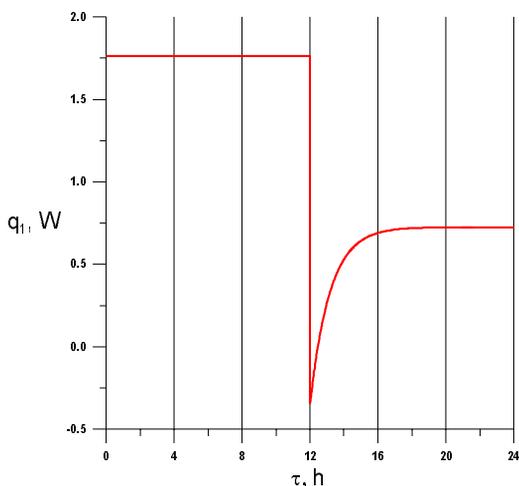
Rys. 4. Przebieg gęstości strumienia ciepła na wyjściu układu

Przedstawiony na rys. 2. model fizyczny możemy wykorzystać do wprowadzenia na wejściu innych sygnałów niż harmonicznych na przykład skokowych. Wówczas schemat będzie miał postać zgodnie z rys. 5.

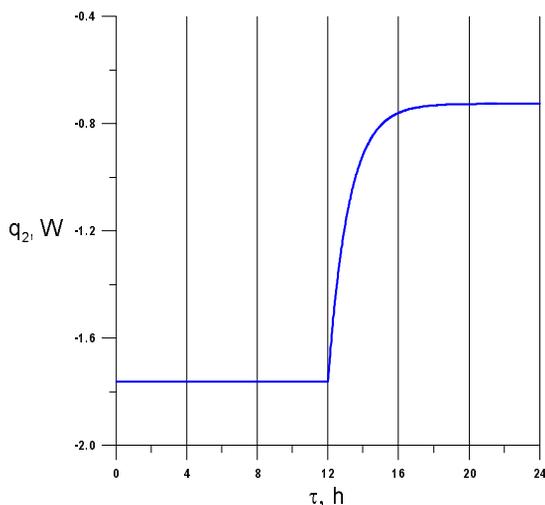
Na rys. 6 przedstawiona jest funkcja skoku jednostkowego na zewnętrznej powierzchni przegrody a na rys. 7 możemy prześledzić zachowanie się układu w odpowiedzi na zakłócenia skokowe. Z przebiegu charakterystyki czasowej na rys. 7 wynika rząd inercyjności – bezwładności systemu ściany zewnętrznej. Pozwala on na odpowiedni dobór urządzeń wykorzystywanych do ogrzewania bądź chłodzenia pomieszczeń komór technicznych



Rys. 5. Schemat blokowy ściany jednorodnej przy wymuszeniu skokowym



Rys. 6. Funkcja skoku jednostkowego strumienia ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody



Rys. 7. Funkcja odpowiedzi skokowej strumienia ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody

## Literatura

1. Janczarek M., Skalski P., Bulyandra A., Sobczuk H.: „Przewodność cieplna zewnętrznych ścian budynków w aspekcie wilgotności i oszczędności energii” – Rynek Energii nr 4 (65) sierpień 2006. Kaprint, Lublin 2006.
2. Janczarek M.: Wyznaczanie bilansu cieplnego komór chłodniczych. XII Konf. Nauk.-Techn. Rynek Ciepła 2006 – Materiały i Studia. Kaprint, Lublin 2006.
3. Janczarek M. M.: Energooszczędność eksploatacji obiektów budowlanych w aspekcie zmiennej temperatury atmosferycznej. Rynek Energii nr 1(68) 2007. Kaprint, Lublin 2007.
4. <http://www.modelica.org/documents/ModelicaTutorial14.pdf>

## Streszczenie

W artykule przedstawiona jest nowa koncepcja analizy przejścia ciepła przez ścianę technicznej komory z uwzględnieniem harmonicznego charakteru atmosferycznych zmian temperatury. Sinusoidalne zmiany wielkości wejściowych na zewnętrznej powierzchni przegrody obiektu budowlanego powodują również sinusoidalny charakter zmian na wewnętrznej ścianie pomieszczenia. Wyznaczenie modułu i przesunięcia fazowego transmitancji widmowej pozwoli na optymalny projekt obiektu ze względu na energetyczny aspekt przy jego eksploatacji.

## Summary

In this paper some new concept of thermal analysis derived from harmonic character of temperature changes in building environment is presented. The analytical approach seems appropriate to obtain established purposes i.e.: the description of temperature changes and heat transfer within the chamber walls and its gaseous environment. The thesis presents the physical model of heat transfer through chamber walls by means of a mathematical model suitable for sine waveform of internal temperature changes.