

Marek Janczarek\*, Piotr Skalski\*, Z. Suchorab\*

## **PRZEWODZENIE CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODĘ W STANACH USTALONYCH I NIEUSTALONYCH\***

### **WSTĘP**

Celem niniejszego artykułu jest rozwiązanie problemu przewodzenia ciepła oraz wykazanie znaczenia przewodzenia ciepła w aspekcie energetyczno-ekonomicznym związanym ze stratami ciepła przez zewnętrzną ścianą obiektu budowlanego. Nie potrzeba nikogo przekonywać jak wielkie znaczenie mają stale rosnące ceny energii. Właśnie dlatego w algorytm projektowania wielowarstwowych ścian zewnętrznych komór technicznych należy włączyć materiał zapewniający optymalny opór cieplny oraz jego niezmiennosc w czasie i niezależność od warunków atmosferycznych. Poza tym projektując takową ścianę komory technicznej należy uwzględnić dynamikę zmian temperatury powietrza atmosferycznego, ponieważ ma ona znaczący wpływ na klimat wewnątrz pomieszczenia.

Większość dotychczasowych badań stale pomija analizę własności dynamicznych obiektu tak, aby była wyznaczona tzw. termo-stabilność cieplnych komór technicznych. Poprzez odpowiednie wykorzystanie bezwładności cieplnej komory można osiągnąć bardzo korzystne tłumienie okresowych zmian temperatury zewnętrznej. Odwrotnie, źle dobrany projekt komory technicznej może te wahania temperatury, o ile jest jego bezwładność cieplna w fazie z okresowo zmieniającą się temperaturą atmosferyczną, wzmocnić na niewyobrażalnie wysoką wartość.

Niektóre praktyczne zagadnienia przewodnictwa cieplnego dają się sprowadzić do jednowymiarowych, co ma miejsce wówczas, gdy kształt ciała jest prosty a przepływ ciepła odbywa się tylko w jednym kierunku lub jest symetryczny względem osi lub punktu.

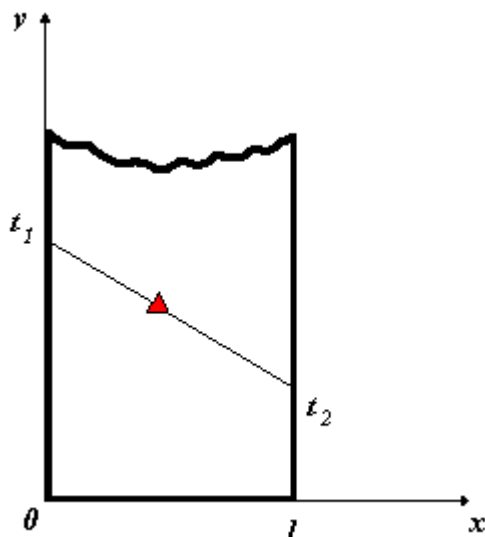
### **WYZNACZANIE PRZEJŚCIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODĘ W STANIE USTALONYM**

Przykładem rozwiązania jest zagadnienie rozchodzenia się ciepła w stanie ustalonym w płaskiej ścianie o przewodności ciepła  $\lambda$  i grubości  $l$ , nieograniczonej w kierunku

---

\* Marek JANCZAREK, Piotr SKALSKI, Z. SUCHORAB – Katedra Podstaw Techniki, Wydział Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska.

kach osi  $OY$  i  $OZ$ . Szukamy rozkładu temperatury w ścianie i natężenia strumienia ciepłego:  $t(x, \tau) = ?$   $q = ?$



Rys. 1. Model ściany o grubości  $l$  i stałym współczynnikiem przewodzenia ciepła

Dane:  $t_1, t_2$  – temperatura na końcach ściany.

Jeśli ciepło jest przewodzone w stanie ustalonym przez płaską ścianę o stałej przewodności  $\lambda$  i grubości  $l$ , a temperatury na jej powierzchni są stałe i wynoszą  $t_1$  oraz  $t_2$  – to równanie przewodnictwa ciepła upraszcza się do postaci określającej natężenie strumienia ciepłego na podstawie prawa Fouriera:

$$q = -\lambda \frac{dt(x)}{dx} = \frac{\lambda}{l} (t_1 - t_2)$$

## JEDNOWYMIAROWE ROZCHODZENIA SIĘ CIEPŁA W PRZEGRODZIE PŁASKIEJ

Przykładem rozwiązania jest zagadnienie rozchodzenia się ciepła w płaskiej warstwie (przegrodzie budowlanej – ścianie) między dwoma płaszczyznami prostopadłymi do osi  $0x$ , nieograniczonej w kierunkach osi  $0y$  i  $0z$ .

Zagadnienie rozchodzenia się ciepła w ścianie, której grubość  $x = l$  jest znacznie mniejsza od szerokości ( $y$ ) i wysokości ( $z$ ), opisuje równanie Fouriera:

$$\frac{d^2 t(x, \tau)}{dx^2} = \frac{1}{a} \frac{dt(x, \tau)}{d\tau}$$

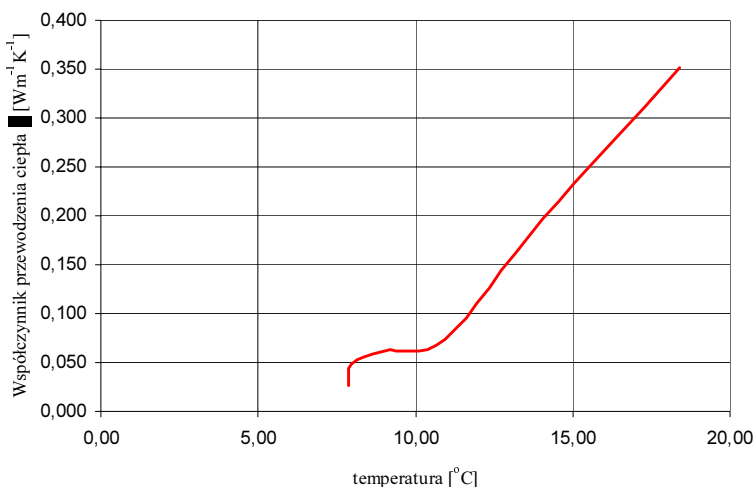
## WYZNACZENIE WSPÓŁCZYNNIKA PRZEWODZENIA CIEPŁA DLA ŚCIANY PŁASKIEJ

Zgodnie z prawem przewodnictwa cieplnego współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] możemy wyznaczyć dysponując temperaturą na obu powierzchniach badanej przegrody oraz dodatkowo w jej wnętrzu jak również posiadając wartości strumieni ciepła przechodzących przez przegrodę. Współczynnik  $\lambda$  wyraża zdolność materiału do przewodzenia ciepła i określa ilość ciepła [ $\text{W}\cdot\text{sek}$ ] jaka przepływa przez warstwę materiału o grubości 1 m. przez powierzchnię  $1 \text{ m}^2$  przy zmianie temperatury o jeden stopień. Celem doświadczalnego wyznaczenia współczynnika przewodzenia ciepła na stanowisku laboratoryjnym umieszczona została płyta styropianowa o grubości 0,20 m obustronnie obłożona blachą stalową o grubości 0,001 m. Równoległe do przeprowadzanych pomiarów temperatury rejestrowana była gęstość strumieni ciepła na powierzchniach badanej przegrody po obu jej stronach.

Po uzyskaniu wartości temperatur i gęstości, przy pomocy ww. prawa Fouriera wyznaczono współczynnik przewodzenia ciepła dla przegrody:

$$\lambda = \frac{q \cdot dx}{dt}$$

Badana ściana została poddana działaniu temperatury około  $+28^\circ$  Celsjusza z jednej strony przegrody oraz  $-18^\circ$  Celsjusza z drugiej strony powierzchni ściany. Poniższy wykres jest wynikiem prowadzonych badań i przedstawia krzywą określającą zmiany współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda$  badanej przegrody w zależności od temperatury we jej wnętrzu.



Rys. 2. Zależność zmian współczynnika przewodzenia ciepła płyty styropianu od temperatury

Z wykresu przedstawionego na rysunku 2 jednoznacznie wynika, że współczynnik przewodzenia ciepła przez płytę styropianu wyraźnie zwiększa się wraz ze wzrostem różnicy temperatur na obu powierzchniach płyty.

## LITERATURA

1. Janczarek M., Skalski P.: Wyznaczanie przejścia ciepła przez ścianę komory technicznej przy wykorzystaniu wspomaganie komputerowego. Rynek ciepła 2001. Materiały i studia. Wydawnictwo Kaprint. Lublin 2001.
2. Jancharek M.: Computer simulation of process of penetration of heat through a structural wall. MECHANICAL ENGINEERING Nr 8 (62) August 2002. National Monthly Scientific-Technical and Industrial Journal, Lwow (Ukraine) 2002.
3. Janczarek.M., Skalski P.: „Measurements in apple storages” – Ceepus Summer School 2005 INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS, Brno University of Technology, Czech Republic, Brno 2005.

## Streszczenie

Artykuł przedstawia rozwiązanie problemu przewodzenia ciepła przez płaską ścianę oraz znaczenia przewodzenia ciepła w aspekcie energetyczno-ekonomicznym związanym ze stratami ciepła przez obiekt budowlany. Wykazuje jak zmienia się współczynnik przewodzenia ciepła wraz ze wzrostem przyrostu temperatury na powierzchniach przegrody wykonanej ze styropianu.

## Summary

The article present researches heat transfer through flat wall and represents meanings of heat transfer in energetic and economic aspect – connected with losses warmth by builder's object. Shows how changes coefficient of heat transfer together with height of increase of temperature on surfaces of barrier constructed from polystyrene.