

Marian Marek Janczarek¹

EKSPLLOATACJA TECHNICZNYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH W ASPEKTCIE PRZEJŚCIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY

Streszczenie: Artykuł zawiera analizę przejścia ciepła przez przegrodę zewnętrzną technicznego obiektu budowlanego z uwzględnieniem wpływu zmiennej temperatury atmosferycznej na temperaturę wewnętrzną komory. Poprzez odpowiednie wykorzystanie wpływu sinusoidalnych zmian zewnętrznej temperatury w postaci przesunięcia fazowego wektora strumienia ciepła do wnętrza pomieszczenia uzyskano tłumienie oscylacji temperatury obiektu budowlanego, które pozwala obniżyć koszty energii zużywanej na utrzymywanie określonych warunków cieplnych w pomieszczeniu.

Słowa kluczowe: przewodzenia ciepła, energia, modelowanie procesów cieplnych

WSTĘP

Proces wymiany ciepła występujący w różnych dziedzinach techniki i technologii jest zjawiskiem powszechnym, ponieważ ma miejsce wszędzie tam gdzie są różnice temperatur. Tego typu zagadnienie cieplne nie można uniknąć i niestety, ściśle wiąże się z nakładem energii a tym samym z jej racjonalnym użytkowaniem a przede wszystkim z jej oszczędzaniem. Problem oszczędzania energii permanentnie rośnie a szczególnie dzisiaj stał się niezmiernie nabrzmiałym ze względu na konflikty zbrojne w krajach Afryki i Azji posiadających złoża ropy naftowej i sąsiadujących z Europą. Konflikty te nieprzerwanie trwają od lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia i dotyczą kontroli nad źródłami energii, których ceny niebotycznie rosną.

Dotychczas nie poświęcano większej uwagi na zagadnienia zużycia energii w eksploatacji budynków i dlatego konstruktorzy budowlani projektowali obiekty kierując się względami architektonicznymi i funkcjonalnymi. Nie brano pod uwagę pojemność cieplną przegrody zewnętrznej przy budowie obiektów budowlanych, lecz kierowano się jedynie wytrzymałością konstrukcji a w przypadku ścian zewnętrznych izolacyjnością tych przegród. Umiejętność obliczania ilości wymienianego ciepła oraz utrzymywania temperatury ośrodka ma pierwszorzędne znaczenie dla projektowania a następnie prawidłowego eksploataowania urządzeń w energetyce cieplnej, chłodnictwie, przemyśle spożywczym i w budownictwie.

¹ Instytut Technologicznych Systemów Informacyjnych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska.

Jak powszechnie wiadomo, wymiana ciepła realizowana jest na trzy różne pod względem fizycznym sposoby, tzn. poprzez przewodzenie ciepła – czyli kondukcję, unoszenie ciepła – czyli konwekcję oraz poprzez promieniowanie termiczne – czyli radiację. Przewodzenie jest bezspornie najważniejszą formą procesu wymiany ciepła, polegającą na wymianie ciepła między bezpośrednio stykającymi się częściami jednego ciała lub różnych ciał w postaci przekazywania energii kinetycznej mikroskopowego ruchu cząsteczek. Przewodzenie ciepła występuje w ciałach stałych nieprzenikliwych dla promieniowania termicznego oraz w płynach, gdy nie występują przemieszczania względem siebie makroskopowych części tego ośrodka. Poza tymi trzema wymienionymi rodzajami wymiany ciepła, mamy również do czynienia z ich kombinacją w postaci przejmowania ciepła (wnikania) oraz przenikania ciepła.

Stosowane metody projektowania przegród obiektów budowlanych uwzględniają warunki klimatyczne niestety tylko w sposób statyczny – określając średnią temperaturę powietrza w regionie. Tymczasem, jak wiemy, zmiany temperatury powietrza atmosferycznego są ze swej natury dynamiczne, mające charakter krzywej w przybliżeniu sinusoidalnej o okresie oscylacji dobowym czy nawet rocznym.

TEMPERATURA ATMOSFERYCZNA I JEJ WPŁYW NA WEWNĘTRZNY KLIMAT OBIEKTU BUDOWLANEGO

Problematykę cieplną dotyczącą obiektów budowlanych rozwiązuje się niestety statycznie, to znaczy, że budynki a zwłaszcza ich zewnętrzne ściany obwodowe, projektuje się ze względu na oporności cieplne przy ustalonym przejściu ciepła przez przegrodę. Badane temperatury dotyczą wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni ściany ewentualnie temperatury na granicach poszczególnych warstw.

Tak uzyskiwane wyniki umożliwiają co prawda kontrolę tych temperatur z różnych technicznych punktów widzenia, tak jak na przykład ze względu na żądanie, aby temperatura przegrody pod wewnętrzną izolacją cieplną nigdy nie spadła poniżej temperatury punktu rosy a tym samym, aby nie dochodziło do zawilgocenia konstrukcji ściany. Wiadomym jest, że pojawienie się wilgoci w materiale przegrody powoduje znaczny spadek wartości termoizolacyjnej ściany oraz znacznie przyspiesza proces jej niszczenia nie mówiąc o pojawiającej się tam wówczas pleśni.

Poza uwzględnieniem termo-stabilności projektowanego obiektu należy również zwrócić uwagę na utrzymywanie wymaganego komfortu cieplnego w pomieszczeniach. Nieznajomość procesów cieplnych występujących w obiektach budowlanych a w szczególności nie dotrzymanie poziomu wartości współczynników przewodzenia ciepła przez przegrodę, może również doprowadzić do marnotrawienia stale drożejącej energii oraz nadmiernego

zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Artykuł niniejszy przedstawia niekorzystny wpływ wilgotności na współczynnik przewodzenia ciepła na przykładzie cegły pełnej czerwonej.

Parametrem określającym przewodność cieplną jest współczynnik przewodzenia ciepła, który zależy między innymi od gęstości objętościowej i struktury materiału przegrody, od wilgotności oraz temperatury. Współczynnik przewodzenia ciepła jest informacją o strumieniu energii, jaki przepływa przez jednostkową powierzchnię warstwy materiału o grubości 1 m, przy różnicy temperatur po obydwu stronach tej warstwy, równej 1 K (1°C).

Im większa jest gęstość objętościowa tym większy jest współczynnik, a tym samym materiał ma gorszą izolacyjność. Ponadto w materiałach o tych samych substancjach, lecz różnych gęstościach, występują różne współczynniki przewodzenia ciepła. Wzrost temperatury powoduje wzrost przewodności cieplnej materiałów budowlanych. Dzieje się tak, dlatego że następuje zwiększenie przewodności cieplnej substancji stałej i powietrza zawartego w porach. Jednocześnie w porach występuje przepływ ciepła wskutek promieniowania. Praktyczne zastosowanie tego zjawiska ma znaczenie tylko, gdy materiały są stosowane w wysokich lub niskich temperaturach, tj. np. izolacja gorących zbiorników. W przegrodach budowlanych wahania temperatur są stosunkowo niskie, co pozwala pominąć zmiany przewodności cieplnej. Jednak określając wartość współczynnika λ należy zawsze podawać temperaturę w jakiej został on oznaczony.

Zjawisko przewodzenia ciepła przez ściany zewnętrzne pomieszczeń stanowi największą część wymiany ciepła w komorach. Dominuje ono w całkowitym bilansie cieplnym obiektów budowlanych przeznaczonych zarówno do stałego przebywania w nich osób jak też i obiektów, w których przebywanie pracowników jest krótkotrwałe. Przegrody zewnętrzne spełniają funkcje ochronną nie tylko w stosunku do strat cieplnych, lecz jednocześnie regulują warunki wilgotnościowe oraz powietrzne w pomieszczeniach. Ściany zewnętrzne powinny w określonym stopniu umożliwić przenikanie powietrza oraz pary wodnej przy jednoczesnym wchłanianiu wilgoci.

Jak jest powszechnie wiadomo, wartości fizyczne materiałów budowlanych ulegają niekorzystnym dla użytkownika zmianom pod wpływem zawilgocenia ściany. Wilgoć ujemnie wpływa na jakość izolacji przegrody jak też i na jej trwałość. Celem skutecznej ochrony budynku przed wilgocią jest unikanie negatywnych wpływów jej obecności i wynikających z tego usterek lub szkód. Warunkiem utrzymania w pomieszczeniach budynku komfortowego mikroklimatu są suche przegrody, otaczające to pomieszczenie. Wilgotne przegrody znacznie uniemożliwiają utrzymanie komfortowych warunków, jest to wręcz niemożliwe, nawet przy bardzo intensywnym ogrzewaniu. W ochronie przed wilgocią bardzo istotny jest także przepływ pary wodnej. Dyfuzja pary wodnej przez przegrody budowlane to proces wyrównywania cząstkowych

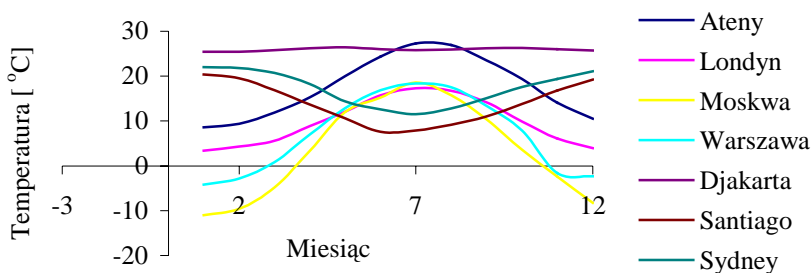
ciśnien pary wodnej pomiędzy dwoma środowiskami, które rozdziela przegroda. Przepływ pary wodnej odbywa się od środowiska o wyższej koncentracji pary do środowiska o koncentracji niższej, tak więc para wodna będzie zawsze dyfundować w tym kierunku, gdzie powietrze jest bardziej suche. Właściwości materiałów związanych z dyfuzją pary wodnej przez materiały budowlane charakteryzuje współczynnik paro-przepuszczalności [$\text{mg}/(\text{m}^2\text{hPa})$]. Odpowiada on ilości pary wodnej w miligramach, jaka dyfunduje przez 1 m^2 warstwy materiału o grubości 1 m w ciągu jednej godziny i przy różnicy ciśnień po obydwu stronach tej warstwy równej 1 Pa . Podobnie, jak dla przepływu ciepła przez powłokę zewnętrzną budynku, wprowadzono pojęcie oporu dyfuzyjnego dowolnej warstwy materiału: $Z = d / \delta$, gdzie: d – grubość warstwy [m].

Woda zamknięta w porach ma współczynnik λ ok. $0,56 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$ a więc około 20 razy większy od współczynnika λ powietrza zamkniętego w porach o średnicy około $0,05 \text{ mm}$ materiału budowlanego. Dodatkowy wpływ na proces przewodzenia ciepła ma dyfuzja pary wodnej, z którą połączone jest zwiększone przenoszenie ciepła oraz kapilarne przemieszczanie się wilgoci. Ze wzrostem wilgotności materiałów następuje wzrost wartości współczynnika przewodzenia ciepła. I dlatego obniżenie wartości termoizolacyjnych przez wilgoć spowodowane jest tym, że na miejsce powietrza zawartego w porach wchodzi właśnie woda.

Przy tego rodzaju badaniach okazało się, że dotychczas stosowane metody pomiaru temperatury wewnętrznej cieplnej komory technicznej są w większości przypadków niewystarczające, dlatego, że podają wyłącznie temperaturę konwekcyjną pomieszczenia, która z kolei nie daje żadnego obrazu na temat wpływu promieniowania na temperaturę wnętrza komory i na przechowywany w niej towar (szczególnie, jeżeli chodzi o chłodnie czy magazyny produktów spożywczych). Z powyższych rozważań wynika, że niezbędne są dokładne analizy temperatur zarówno powietrza wewnątrz komory jak i temperatur powierzchni przegrody a tym samym i analizy transmisyjnych własności systemu temperatura atmosferyczna - ściana zewnętrzna i temperatura atmosferyczna - wewnętrzna temperatura pomieszczenia. Te transmisyjne własności właśnie uwzględniają tzw. inercyjność, czyli bezwładność cieplną przegrody, którą przy badaniach własności dynamicznych obiektu budowlanego należy szczególnie uwzględnić w aspekcie określania funkcji przejścia ciepła.

Oczywistym jest, że każdy obiekt znajdujący się w naszym położeniu geograficznym, tzn. w środkowo-wschodniej i północnej części Europy, poddany jest wpływom periodycznie zmieniającej się temperatury atmosferycznej – rysunek 1 [2]. Wahania temperatury tej są krótkookresowe, wyrażone dobowym periodem zmian temperatury w ciągu dnia i nocy oraz długookresowe, wyrażone rocznym okresem zmian temperatury w postaci powolnego wzrostu temperatury od zimy do lata i podobnego spadku temperatury od lata do zimy.

Nie chodzi tu jedynie o temperaturę atmosferyczną lecz o wypadkową temperaturę wynikającą ze składowych konwekcyjnej, radiacyjnej i temperatury pochodzącej od promieniowania terenu sąsiadującego z rozpatrywanym obiektem, czyli od wtórnej radiacji.



Rys. 1. Średnie temperatury powietrza atmosferycznego dla wybranych miast w okresie jednego roku [2].

WYZNACZENIE ROZKŁADU TEMPERATURY PRZEJŚCIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODĘ

Zagadnienie rozchodzenia się ciepła w ścianie, której grubość $x = l$ jest znacznie mniejsza od szerokości (y) i wysokości (z), przy założeniu warunków brzegowych:

- temperatury na końcach ściany:

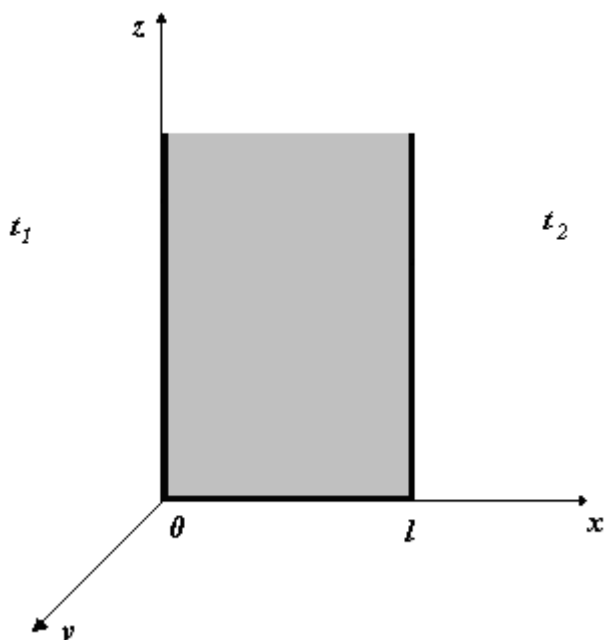
$$a) t(x = 0; \tau) = t_1$$

$$b) t(x = l; \tau) = t_2$$

i warunku początkowego:

$$t(x, 0) = \phi(x) - \text{dane: } \lambda, c, \rho, a$$

$$t(x, \tau) = ?$$



Rys. 2. Przekrój ściany dla rozwiązania zagadnienia rozchodzenia się ciepła

Równanie Fouriera w przypadku jednowymiarowym:

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

Rozwiązania poszukujemy w postaci sumy:

$$t(x, \tau) = v(x) + w(x, \tau)$$

$v(x)$ → temperatura o ustalonym rozkładzie liniowym niezależnie od czasu

$w(x, \tau)$ → odchylenie od niej.

Tym samym mamy zależność:

$$\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 w(x, \tau)}{dx^2} = \frac{1}{a} \left[\frac{dv(x)}{d\tau} + \frac{dw(x, \tau)}{d\tau} \right];$$

$$\frac{dv(x)}{d\tau} = 0$$

Zatem:

$$\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 w(x, \tau)}{dx^2} = \frac{1}{a} \frac{dw(x, \tau)}{d\tau} \quad (1)$$

Weźmy równanie $\frac{d^2 v(x)}{dx^2} = 0$ i przyjmijmy, że:

$$v(x=0) = t_1$$

$$v(x=l) = t_2$$

co daje:

$$v(x) = C_1 x + C_2$$

$$v(0) = C_2 = t_1$$

$$v(l) = C_1 l + t_1 = t_2$$

czyli:

$$C_1 = \frac{-t_1 + t_2}{l}$$

$$v(x) = \frac{(t_2 - t_1)x}{l} + t_1$$

Rozwiązanie stacjonarne /niezależne od czasu/:

Weźmy funkcję $w(x, \tau)$, która spełnia warunki:

$$w(0, \tau) = t(0, \tau) - v(0) = t_1 - t_2 = 0 \rightarrow \text{warunki jednorodne}$$

$$w(l, \tau) = t(l, \tau) - v(l) = t_2 - t_2 = 0$$

oraz warunek początkowy

$$w(x, \tau = 0) = t(x, \tau = 0) - v(x) = \phi(x) - \frac{(t_2 - t_1)x}{l} - t_1 = \phi_l(x)$$

i spełnia równanie

$$\frac{d^2 w(x, \tau)}{dx^2} = \frac{1}{a} \frac{dw(x, \tau)}{d\tau} \quad - \text{metoda separacji zmiennych}$$

$$W_n(x, \tau) = X_n(x)T_n(\tau)$$

$$W(x, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} X_n(x)T_n(\tau)$$

$$W_{nx}''(x, \tau) = X_n''(x)T_n(\tau)$$

$$W_{n\tau}'(x, \tau) = X_n(x)T_n'(\tau)$$

po wstawieniu do równania wyjściowego mamy:

$$\frac{X_n''(x)}{X_n(x)} = \frac{1}{a} \frac{T_n'(\tau)}{T_n(\tau)} = -\mu_n^2$$

$$a / X_n''(x) + \mu_n^2 X_n(x) = 0$$

$$b / \frac{T_n'(\tau)}{T_n(\tau)} = -\mu_n^2 a$$

$$X_n(x) = A_n \cos \mu_n x + B_n \sin \mu_n x$$

$$T_n(\tau) = C_n e^{-\mu_n^2 a \tau}$$

$$W_n(x, \tau) = (A_n \cos \mu_n x + B_n \sin \mu_n x) C_n e^{-\mu_n^2 a \tau}$$

Stałe wyznaczamy z warunków początkowych:

$$W_n(0, \tau) = A_n C_n e^{-\mu_n^2 a \tau}$$

$$A_n = 0$$

$$W_n(l, \tau) = B_n \sin \mu_n l \cdot C_n e^{-\mu_n^2 a \tau}$$

Poszukujemy rozwiązań nietrywialnych: $\rightarrow B_n \neq 0$, zatem: $\mu_n l = n\pi$

$$\mu_n = \frac{n\pi}{l} \rightarrow \text{wartość własna równania } a/n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4 \dots$$

$$W_n(x, \tau) = B_n C_n \sin \frac{n\pi x}{l} e^{-\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 a\tau}$$

$$B_n C_n = D_n$$

$$W_n(x, \tau) = D_n \sin \frac{n\pi x}{l} e^{-\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 a\tau}$$

Wykorzystujemy warunek początkowy, mówiący że:

$$w(x, \tau = 0) = \phi(x) - \frac{(t_2 - t_1)x}{l} - t_1 \text{ zatem:}$$

$$\left[\phi(x) - \frac{(t_2 - t_1)x}{l} - t_1 \right] = \sum_{n=1}^{\infty} D_n \sin \frac{n\pi x}{l}$$

Dokonyjemy rozszerzenia funkcji $\phi(x) - \frac{(t_2 - t_1)x}{l} - t_1$ w szereg Fouriera według sinusów, to daje:

$$D_n = \frac{2}{l} \int_0^l \left[\phi(x) - \frac{(t_2 - t_1)x}{l} - t_1 \right] \cdot \sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right) dx$$

lub wykorzystując ortogonalność ciągu funkcji $X_n(x)$ na odcinku $\langle 0, l \rangle$

$$D_n = \frac{\int_0^l \left[\phi(x) - \frac{(t_2 - t_1)x}{l} - t_1 \right] \cdot \sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right) dx}{\int_0^l \sin^2\left(\frac{n\pi x}{l}\right) dx} = \|\phi_n\|^{-2} \int_0^l \left[\phi(x) - \frac{(t_2 - t_1)x}{l} - t_1 \right] \cdot \sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right) dx$$

$$\|\phi_n\|^2 = \int_0^l \sin^2\left(\frac{n\pi x}{l}\right) dx = \frac{l}{2}$$

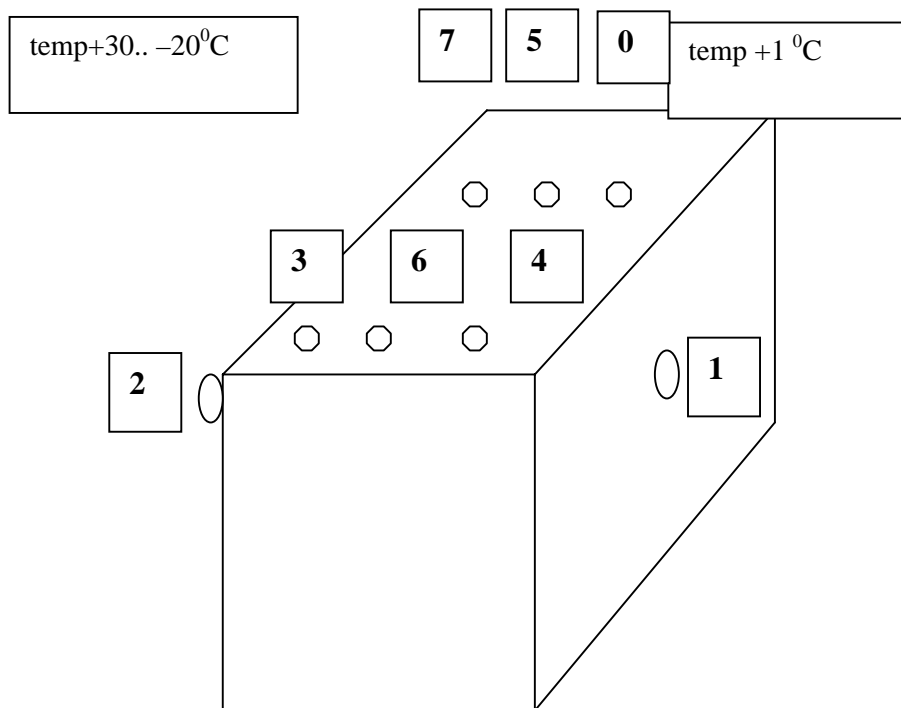
Ostatecznie rozkład temperatury opisany jest funkcją:

$$t(x, \tau) = \frac{(t_2 - t_1)x}{l} + t_1 + \sum_{n=1}^{\infty} D_n \sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right) e^{-\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 a\tau} \quad (2)$$

gdzie D_n wyznaczono wcześniej za pomocą dwóch równoważnych sobie zależności.

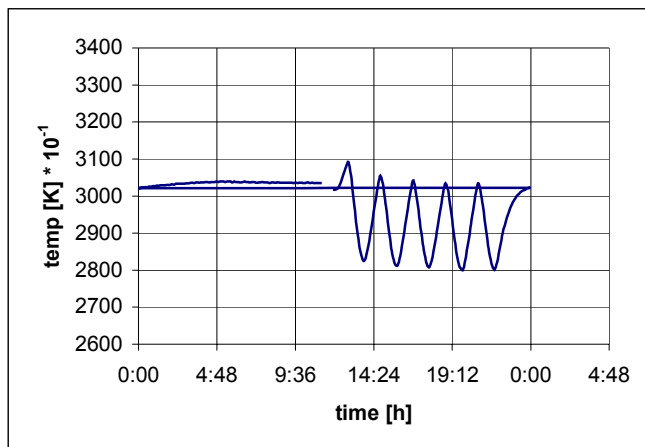
BADANIA LABORATORYJNE WPŁYWU OKRESOWYCH WYMUSZEŃ TEMPERATUROWYCH NA PRZEGRODĘ BUDOWLANĄ

Celem zweryfikowania tego zjawiska przeprowadzono eksperyment na stanowisku laboratoryjnym najpierw dla materiału w postaci cegły pełnej czerwonej a następnie dla przegrody z warstwy styropianu. Warunki zewnętrzne eksperymentu dla obu przypadków były takie same. Zmiany temperatury na jednej stronie badanej ściany dokonywane były w zakresie od + 30 do – 20 stopni Celsjusza i wprowadzane były zakłócenia sinusoidalnego kształtu o dowolnej amplitudzie i okresie. Mierzone wartości temperatur na obu powierzchniach cegły oraz w jej wnętrzu rejestrowane były niezależnie dla każdego z zainstalowanych sensorów, a następnie zapisywane na dysku komputera przy kroku pomiarowym wynoszącym od 5 do 15 minut. Równoległe z pomiarem temperatury rejestrowana była również przy pomocy programu komputerowego wilgotność materiału. Uzyskane z pomiarów wartości temperatur, gęstości strumieni ciepła oraz wilgotności posłużyły do sporządzenia wykresów przedstawiających relacje w postaci funkcji przejścia. Przedstawione pomiary są fragmentem badań przepływu ciepła przez przegrody przechowalni i dokonywane są w różnych wariantach zarówno temperaturowych jak i czasowych. Przy pomocy ośmiu sond pomiarowych można było odczytywać wartości temperatur w dowolnych miejscach badanej ściany. Na drugiej stronie przegrody można w tym samym zakresie temperaturowym na stanowisku laboratoryjnym utrzymywać pożądaną temperaturę. Uzyskane wyniki pozwolą optymalizować konstrukcję przegrody komory przechowalniczej uzyskując wymierne efekty ekonomiczne. Zapotrzebowanie energii na utrzymywanie temperatury 1 stopnia Celsjusza we wnętrzu komory technicznej np.: przechowalni owoców przez okres około pół roku wymaga znacznych nakładów finansowych a odpowiednia konstrukcja ściany pozwoli te koszta zmniejszyć.



Rys. 3. Schemat umiejscowienia czujników pomiarowych na badanym materiale

time	channel 2	channel 3	channel 6	channel 4	channel 1	channel 7	channel 5	channel 0
12:15	49,9	32,2	27,0	20,0	-7,6	29,8	25,0	14,7
12:20	53,0	33,7	26,3	17,7	-8,2	30,4	23,7	12,2
12:25	55,6	34,9	26,2	16,4	-8,8	31,0	22,8	10,5
12:32	34,4	36,0	26,3	15,5	-7,9	31,5	22,3	9,3
12:38	24,8	34,2	25,9	14,8	-7,0	30,9	21,8	8,7
12:45	16,7	30,7	24,6	14,3	-5,8	28,9	21,1	8,2



Rys. 4. Przykładowy sygnał temperaturowy wprowadzany na powierzchnie badanego materiału

Rysunek 3 przedstawia przykładową funkcję wejściową harmonicznych zmian temperatury wprowadzaną na powierzchnię badanej ściany. W ten sposób możemy symulować rzeczywiste warunki zmian temperatury atmosferycznej obserwując rozkład temperatury we wnętrzu ściany.

ZAKOŃCZENIE

Analizy procesów cieplnych dotyczące problematyki fizyki budowli są niezbędne ze względu na oszczędność energii, jaka jest zużywana na eksploatację obiektów budowlanych. W szczególności energetyczne efekty oszczędnościowe są zauważalne dla przypadku pomieszczenia składowego posiadającego maksymalne własności termo-stabilne w znaczeniu okresowych zmian dzień i noc, co ewidentnie wynika z harmonicznego charakteru zmian temperatury atmosferycznej. Wówczas zużycie energii na chłodzenie bądź na ogrzewanie w tego typu obiekcie budowlanym jest dużo niższe aniżeli w podobnym obiekcie lecz nieodpowiednio zaprojektowanym ze względu na stateczność cieplną, tzn. nie wykazującym 12-godzinnego przesunięcia fazowego strumienia ciepła, pomimo, że automatyczny system regulacji jego urządzeń chłodzących czy grzewczych był ustawiony na optymalną regulację.

Ażeby takowy efekt energetyczny został osiągnięty, należy włożyć określoną pracę zarówno teoretyczną jak i doświadczalną do wyżej wymienionej analizy w celu otrzymania odpowiedniej konstrukcji przegrody pomieszczenia składowego, pozwalającej osiągnąć wspomnianą stabilność cieplną obiektów budowlanych.

LITERATURA

1. Janczarek M.M.: Termostabilność pomieszczeń składowych w aspekcie oszczędności wydatków energetycznych. Rynek Energii, 1 (38) 2002.
2. Recknagel, Sprenger: Ogrzewanie i klimatyzacja – poradnik Wyd. I. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1976.
3. Bulyandra O.F., Yancharek M., Sobchuk H.: Bench-scale facility to study heat and mass transfer in a wet material. IVth international conference problems of industrial heat engineering, Kyiv, Ukraine 2005.
4. Koczyk H.: Podstawy projektowania cieplnego i termomodernizacji budynków. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2000.
5. Bogosłowski W.N.: Procesy cieplne i wilgotnościowe w budynkach. Arkady, Warszawa 1985.
6. Janczarek M.M.: Models of Heat Transfer through Walls of Thermal Technical Spaces. MATAR International Congress. 20–22.6.2000. Czech Republic. Praha 2000.
7. Виоградоб-Салтыков В.А., Янчарек М., Федоров В.Г., Кенко О.И.: Теплометрическое исследование теплозащитных свойств ограждений. Industrial Heat Engineering - International Scientific And Applied Journal. Vol. 31, 4/2009., 116–123.

EXPLOITATION OF THERMAL TECHNICAL BUILDINGS IN REGARD OF HEAT TRANSFER THROUGH THE WALL

Summary

This paper describes research work on methods concerning heat transfers through walls of thermal technical chambers. The paper presents the analysis of complex problems in the field of energy savings and material selection during long term storage of fruit in thermal chambers in controlled gaseous environment. The purpose for the research is to point out areas subjected to the highest energy losses caused by building's construction and geographical orientation of walls in the aspect of daily atmospheric temperature changes emerging on chamber exterior. The paper is focused on the new concept of thermal analysis derived from harmonic character of temperature changes in building environment – especially in fruit storages – with aspect on conductive heat transfers through walls. This changeable influence of variable weather temperature on internal temperature of technical chamber depends on thermal inertia of building.

Key words: thermal conductivity, modeling of heat processes, heat transfer, energy.