

Władysław Nowak, Władysław Szaflik

Katedra Techniki Ciepłej, Instytut Inżynierii Wodnej
Politechnika Szczecińska

OKREŚLENIE POLA TEMPERATURY W PŁYTACH Z PASMOWYMI ŹRÓDŁAMI CIEPŁA O ZMIENNEJ WYDAJNOŚCI

Streszczenie. W pracy przedstawiono metodę analitycznego określania pola temperatury w cienkościennym płycie z równoległymi kanałami, w których przepływa czynnik o skończonej pojemności cieplnej. Otrzymane jednowymiarowe rozwiązanie porównano z rozwiązaniem dwuwymiarowym i określono zakres jego stosowania.

1. WSTĘP

Przy ogrzewaniu płyt, den i ścian zbiorników stosowane jest prowadzenie czynnika grzewczego w równoległych profilach półcylindrycznych lub kątowych przyspawanych do spodniej części podgrzewanych elementów. Można określić rozkład w płycie przy założeniu, że temperatura w przekroju poprzecznym jest jednakowa. Istotne jest określenie dopuszczalności powyższego założenia i wpływu na dokładność przeprowadzonych obliczeń.

2. OKREŚLANIE POLA TEMPERATUR

W przypadku, gdy płyta ogrzewana jest czynnikiem o nieskończonej pojemności cieplnej (przykładowo nasyconą parą wodną), to problem można rozwiązać określając rozkład temperatur w dowolnym przekroju poprzecznym płyty. Najdogodniejszą metodą rozwiązania zagadnienia jest metoda opracowana przez Madejskiego [1]. W warunkach, w których czynnik grzewczy narażony jest na oddziaływanie niskich temperatur, stosowanie pary wodnej nie jest wskazane, ze względu na możliwość zamrożenia kondensatu po zakończeniu podgrzewania. W tym przypadku stosuje się czynniki o niskiej temperaturze zamarzania - tzw. „płyny niezamarzające”. Wtedy przy określaniu pola temperatury czynnika należy uwzględnić zmianę temperatury czynnika wzdłuż drogi przepływu [3]. Autorzy referatu podali w pracy [4] metodę rozwiązania tego zagadnienia dla przypadku gdy profile są w różnych odległościach od siebie, a czynniki mogą mieć różne temperatury

i pojemności cieplne oraz płynąć we współprądzie bądź przeciwprądzie. Rozwiązanie zagadnienia sprowadza się do rozwiązania układu równań różniczkowych liniowych niejednorodnych pierwszego rzędu o postaci;

$$+ \frac{dT_1(y)}{dy} + B_1 T_1(y) + C_1 T_3(y) = D_1$$

$$+ \frac{dT_3(y)}{dy} + A_3 T_1(y) + B_3 T_3(y) + C_3 T_5(y) = D_3 \quad (1)$$

$$+ \frac{dT_n(y)}{dy} + A_n T_{n-2}(y) + B_n T_n(y) = D_n$$

gdzie: T_1, T_3, T_n - temperatury czynników,

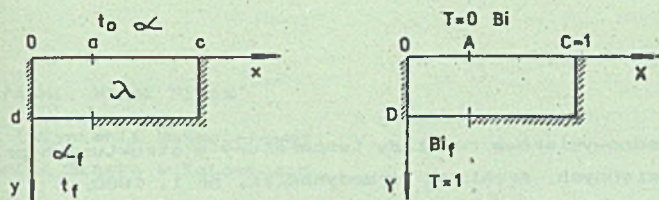
y - oś profili,

A, B, C, D - współczynniki zależne od wymiarów geometrycznych, parametrów wymiany ciepła i parametrów czynników.

Znak \pm zależy od kierunku przepływu czynnika. Warunkami brzegowymi powyższego układu równań są temperatury wlotowe czynników. Rozwiązanie umożliwia wyznaczenie wartości temperatur czynników wzdłuż profilu, na ich podstawie określa się pole temperatur w płycie.

3. PORÓWNANIE ROZWIĄZANIA JEDNOWYMIAROWEGO Z DWUWYMIAROWYM

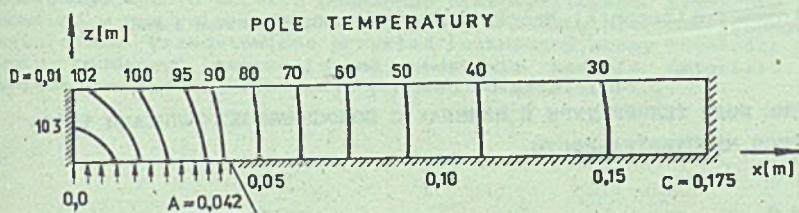
Dla wariantu, w którym temperatury czynników nie ulegają zmianie, a odległości między profilami są stałe, można wyróżnić szereg powtarzalnych elementów. Schemat takiego elementu wraz z wielkościami wejściowymi w układzie podstawowym i zredukowanym pokazano na rysunku 1. Rozwiązanie analityczne zagadnienia, pozwalające na określenie dwuwymiarowego rozkładu temperatury w elemencie przy różnych warunkach brzegowych, autorzy podali w pracy [2]. W niniejszym referacie zostaną podane wyniki obliczeń dla warunków brzegowych jak na rysunku 1 - odpowiadają one warunkom rzeczywistym, gdy zasilanie w ciepło od strony czynnika grzejącego odbywa się według wzoru Newtona. Dla tego wariantu wykonano szereg obliczeń dwuwymiarowego pola temperatury i porównano z jednowymiarowymi.



Rys. 1. Element płyty

Fig. 1. Plate's element

Na rysunku 2 dla przykładowego zestawu danych pokazano przekrój poprzeczny elementu z naniesionymi izotermami, zaś w tabeli 1 wartości temperatury w charakterystycznych punktach obliczone z obu modeli.



Rys. 2. Rozkład temperatur w płycie

Fig. 2. Temperature distribution in a plate

T a b l i c a 1

Wartości temperatur w płycie ($^{\circ}\text{C}$)

Współrzędne	$x = 0.0$ [m]	$x = 0.042$ [m]	$x = 0.175$ [m]
Rozwiązanie dwuwymiarowe			
$y = 0.01$ [m]	102.1	87.3	27.3
$y = 0.00$ [m]	104.0	89.5	27.6
wartość średnia	103.0	88.2	27.5
Rozwiązanie jednowymiarowe	104.1	89.8	28.3

W przypadku, gdy liczba Biota Bi_f liczona względem czynnika grzejnego jest mniejsza od 0.5 i gdy stosunek liczb Biota Bi_f/Bi jest większy od 20 lub liczba Biota $Bi < 0.01$, to maksymalne różnice między wartościami temperatury określonymi na powierzchni górnej i dolnej oraz wartością określoną z modelu jednowymiarowego względem temperatury odniesienia mogą być rzędu 2.0%. Dla obliczeń technicznych jest to dokładność wystarczająca. W przypadkach granicznych należy przeanalizować wyniki obliczeń z modelu jedno- i dwu- wymiarowego i na tej podstawie określić dokładność

ewentualnych obliczeń.

LITERATURA

- [1] Madejski J.: Jednowymiarowe rozkłady temperatury w strukturach prętowych i cienkościennych. Archiwum Termodynamiki, nr 1, 1980.
- [2] Nowak W., Szaflik W.: Pole temperatury w elementach dna ogrzewanych zbiorników okrętowych. Materiały XI Zjazdu Termodynamików, Szczecin-Swinoujście 1981.
- [3] Nowak W., Szaflik W., Smoleń S.: Obliczanie cieplne lądowiska śmigłowca. Pr. Nauk.-Bad. Katedry Techniki Ciepłej Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1984.
- [4] Nowak W., Szaflik W.: Określanie pola temperatury w ogrzewanych przegrodach. Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Ciepłych Politechniki Wrocławskiej, nr 50, Wrocław 1987.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПАНЕЛЯХ С ПОЛОСНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛА ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Р е з ю м е

В работе представлен аналитический метод определения поля температуры в тонкостенной плите с параллельными каналами, по которым течет агент с конечной теплоемкостью. Полученное одномерное решение сравнено с двухмерным решением и определено предел его применения.

DEFINITION OF TEMPERATURE FIELD IN THE PLATES WITH BAND SOURCES WITH VARIABLE CAPACITY

S u m m a r y

In this paper analytical definition of temperature field method in thin walled plate with parallel channels has been presented. In these channels flows a factor with finite heat capacity. One-dimensional obtained solution was compared with two-dimensional solution and it was also defined the range of its application.