ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1985

Seria: ENERGETYKA z. 90 Nr kol. 855

Czesław BURACZEWSKI

Katedra Techniki Cieplnej
Politechniki Gdańskiej

PRAWO ROZDZIAŁU ENERGII PRZY WYMIANIE CIEPŁA PRZEZ PROMIENIOWANIE W UKŁADACH PŁASKICH I PRZESTRZENNYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono prawo rozdziału energii promienistej układu płaskiego i przestrzennego. Rozpatrzono rozwiązanie dla układu złożonego z sześciu powierzchni. Otrzymano nowe ogólne zależności, które określone zostały jako PREP i prawo rury.

1. Wstęp

Wymiana ciepła przez promieniowanie między dowolnie położonymi powierzchniami ciał, przy złożonej geometrii układu może być zagadnieniem bardzo skomplikowanym. Obliczanie wymiany ciepła przez promieniowanie bardzo upraszcza się, gdy rozpatrywane są powierzchnie ciał doskonale czarnych lub szarych. Powierzchnie te dzieli się na części izotermiczne, pomiędzy którymi strumienie emisji docierające z jednej z tych powierzchni na drugie, oblicza się w oparciu o prawo wzajemności:

$$A_i \varphi_{i-j} = A_j \varphi_{j-i} = A_{i-j} = A_{j-i} \tag{1}$$

i prawo zamkniętości:

$$\sum_{i=1}^{n} \varphi_{j-i} = 1 \qquad \text{gdzie} \qquad \varphi_{j-i} = \frac{E_{j-i}}{E_j} \tag{2}$$

lub

$$\sum_{i=1}^{n} A_j \varphi_{j-i} = \sum_{i=1}^{n} A_{j-i} = A_j \tag{3}$$

Dla n powierzchni niewklęsłych lub wklęsłych, tworzących układ zamknięty jest n^2 niewiadomych współczynników konfiguracji. Związane są one n równaniami wynikającymi z prawa zamkniętości (2) oraz $\frac{1}{2}$ n n-1[2] równaniami wynikającymi z prawa wzajemności (1), czyli w sumie jest do dyspozycji $\frac{1}{2} n (n + 1)$ równań. Do obliczenia n^2 współczynników konfiguracji brakuje $\frac{1}{2} n(n - 1)$ równań, które można otrzymać w oparciu o prawo rozdziału energii promienistej w układach płaskich i przestrzennych.

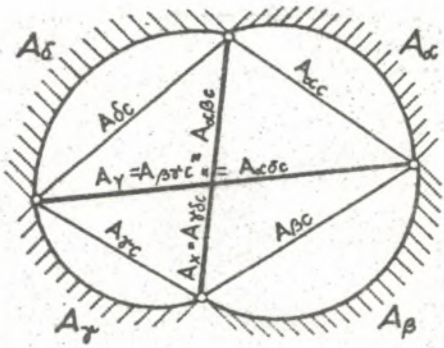
W pracy [2] podano metodę umożliwiającą rozwiązywanie problemów z wymiany ciepła przez promieniowanie w układach płaskich. W niniejszym rozdziale przedstawiona zostanie ta metoda w formie uogólnionej jak również rozszerzona zostanie ona na układy przestrzenne w oparciu o uogólnione twierdzenie Pitagorasa, którego zasady opublikowano w pracy [1] i [2].

Prawo rozdziału energii przy wymianie ciepła przez promieniowanie w układach płaskich i przestrzennych wyprowadza się przy następujących założeniach:

1. powierzchnie tworzące układ znajdują się w ośrodku przezroczystym
2. powierzchnie układu płaskiego lub przestrzennego znajdują się w stanie równowagi cieplnej i są powierzchniami izotermicznymi,
3. rozpatrywane powierzchnie są jednorodne i doskonale czarne lub szare,
4. prawo Lamberta jest słuszne dla omawianych powierzchni
5. wszystkie powierzchnie układu stosują się do prawa Kirchhoffa, co oznacza, że dla każdej z nich stopień czarności (emisyjności) jest równy zdolności absorpcji ($\mathcal{E}$ = a) .

2. Prawo rozdziału energii promienistej układu płaskiego

Rozpatrzmy układ płaski złożony z czterech powierzchni wklęsłych A_{α}, A_{β}, A_{γ}, A_{δ}, (rys. 1.)



Rys. 1

Dla układu płaskiego przedstawionego na rys. 1 z prawa zamkniętości (3) wynikają cztery równania o sześciu niewiadomych:

$$A_{\alpha\text{-}\beta} + A_{\alpha\text{-}\gamma} + A_{\alpha\text{-}\delta} = A_{\alpha} - A_{\alpha\text{-}\alpha} \tag{4}$$

$$A_{\beta\text{-}\alpha} + A_{\beta\text{-}\gamma} + A_{\beta\text{-}\delta} = A_{\beta} - A_{\beta\text{-}\beta} \tag{5}$$

$$A_{\gamma\text{-}\alpha} + A_{\gamma\text{-}\beta} + A_{\gamma\text{-}\delta} = A_{\gamma} - A_{\gamma\text{-}\gamma} \tag{6}$$

$$A_{\delta\text{-}\alpha} + A_{\delta\text{-}\beta} + A_{\delta\text{-}\gamma} = A_{\delta} - A_{\delta\text{-}\delta} \tag{7}$$

Wielkości występujące z prawej strony równania (4)÷(7) wyznacza się metodą opisaną w pracy [2], tj. zamykając wnęki układu płaskiego abstrakcyjnymi powierzchniami o współczynniku konfiguracji $\varphi_{i-i} = 0$ np:

$$A_{\alpha-\alpha} + A_{\alpha-\alpha c} = A_{\alpha} \quad \text{oraz} \quad A_{\alpha c-\alpha} = A_{\alpha c} \qquad (8)\ (9)$$

Eliminując z równania (8) i (9) wielkość $A_{\alpha-\alpha c}$ otrzymujemy:

$$A_{\alpha} - A_{\alpha-\alpha} = A_{\alpha c} \qquad 10$$

Przekształcając w identyczny sposób pozostałe wielkości występujące z prawej strony równań (5), (6) i (7) otrzymujemy następujące zależności

$$A_{\alpha-\beta} + A_{\alpha-\gamma} + A_{\alpha-\delta} = A_{\alpha c} \quad \text{lub} \quad x + y + z = A_{\alpha c} \qquad (11)$$

$$A_{\beta-\alpha} + A_{\beta-\gamma} + A_{\beta-\delta} = A_{\beta c} \quad \text{lub} \quad x + m + n = A_{\beta c} \qquad (12)$$

$$A_{\gamma-\alpha} + A_{\gamma-\beta} + A_{\gamma-\delta} = A_{\gamma c} \quad \text{lub} \quad y + m + k = A_{\gamma c} \qquad (13)$$

$$A_{\delta-\alpha} + A_{\delta-\beta} + A_{\delta-\gamma} = A_{\delta c} \quad \text{lub} \quad z + n + k = A_{\delta c} \qquad (14)$$

Układ czterech równań (11)÷(14) z sześcioma niewiadomymi jest jednoznacznie rozwiązywalny ponieważ każdą z niewiadomych można wyznaczyć z równania definicyjnego współczynnika konfiguracji - wobec tego musi istnieć prawo na podstawie którego będzie można napisać dwa dalsze, niezależne równania i rozwiązać układ bez określania wielokrotnych. Prawo to wyprowadza się przez wprowadzenie dodatkowych powierzchni abstrakcyjnych zamykających po dwie wnęki $A_{\alpha\beta c} = A_{\gamma\delta c} = A_x$ oraz $A_{\beta\gamma c} = A_{\alpha\delta c} = A_y$. Korzystając zatem z równania (4) i (5) rozdzielmy niewiadome na takie, które wychodzą z wnęki dwupowierzchniowej $(\alpha\beta)$ przez powierzchnię zamykającą $A_{\alpha\beta c}$ do wnęki $(\gamma\delta)$ i na te, które pozostają we wnęce $(\alpha\beta)$ i analogicznie dla wnęki $(\alpha\delta)$ $A_{\alpha\delta c}$ [3] :

$$A_{\alpha-\gamma} + A_{\alpha-\delta} = A_{\alpha c} - A_{\alpha-\beta} \qquad (15)$$

$$A_{\beta-\gamma} + A_{\beta-\delta} = A_{\beta c} - A_{\beta-\alpha} \qquad (16)$$

oraz

$$A_{\alpha-\beta} + A_{\alpha-\gamma} = A_{\alpha c} - A_{\alpha-\delta} \qquad (17)$$

$$A_{\delta-\beta} + A_{\delta-\gamma} = A_{\delta c} - A_{\delta-\alpha} \qquad (18)$$

Kojarząc odpowiednio (15) i (16) oraz (17) i (18) wyznacza się $A_{\alpha-\beta}$ i $A_{\alpha-\delta}$ [3]:

$$(A_{\alpha-\gamma} + A_{\alpha-\delta}) + (A_{\beta-\gamma} + A_{\beta-\delta}) = A_{\alpha c} + A_{\beta c} - 2A_{\alpha-\beta} \qquad (19)$$

$$(A_{\alpha-\beta} + A_{\alpha-\gamma}) + (A_{\delta-\beta} + A_{\delta-\gamma}) = A_{\alpha C} + A_{\delta C} - 2A_{\alpha-\delta} \quad (20)$$

lub

$$2A_{\alpha-\beta} = A_{\alpha C} + A_{\beta C} - A_x \quad (21)$$

$$2\,A_{\alpha-\delta} = A_{\alpha C} + A_{\delta C} - A_y \quad (22)$$

Podstawiając teraz (19) do (21) oraz (20) do (22) otrzymuje się dwa brakujące równania a mianowicie:

$$(A_{\alpha-\gamma} + A_{\alpha-\delta}) + (A_{\beta-\gamma} + A_{\beta-\delta}) = A_x = A_{\alpha\beta C} \quad (23)$$

$$(A_{\alpha-\beta} + A_{\alpha-\gamma}) + (A_{\delta-\beta} + A_{\delta-\gamma}) = A_y = A_{\alpha\delta C} \quad (24)$$

Ostatecznie zapisując równanie (23) i (24) w formie ogólnej otrzymujemy poszukiwane prawo rozdziału energii promienistej układu płaskiego:

$$\sum_{m=\alpha}^{m=\beta}\left(\sum_{n=\gamma}^{n=\delta} A_{m-n}\right) = A_x = A_{\alpha\beta C} \; ; \quad \sum_{m=\alpha}^{m=\delta}\left(\sum_{n=\beta}^{n=\gamma} A_{m-n}\right) = A_y = A_{\alpha\delta C} \quad (25)\ (26)$$

Podobnie wyprowadza się drugą postać prawa rozdziału energii a mianowicie [3]:

$$\sum_{m=\alpha}^{m=\beta}\left(\sum_{n=\alpha}^{n=\beta} A_{m-n}\right) = \sum_{n=\alpha}^{n=\beta} A_n - A_x \; ; \quad \sum_{m=\alpha}^{m=\delta}\left(\sum_{n=\alpha}^{n=\delta} A_{m-n}\right) = \sum_{n=\alpha}^{n=\delta} A_n - A_y \quad (27)\ (28)$$

Rozwiązując układ równań (11) ÷ (14) i (23), (24) otrzymuje się poszukiwane wielkości:

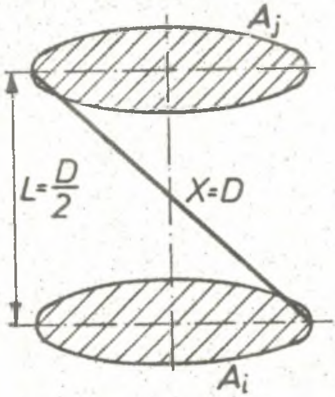
$$x = A_{\alpha-\beta} = \frac{A_{\alpha C} + A_{\beta C} - A_x}{2} \; ; \quad y = A_{\alpha-\gamma} = \frac{A_x + A_y - A_{\beta C} - A_{\delta C}}{2} \quad (29)\ (30)$$

$$z = A_{\alpha-\delta} = \frac{A_{\alpha C} + A_{\delta C} - A_y}{2} \; ; \quad m = A_{\beta-\gamma} = \frac{A_{\beta C} + A_{\gamma C} - A_y}{2} \quad (31)(32)$$

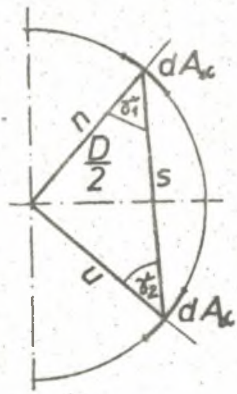
$$n = A_{\beta-\delta} = \frac{A_x + A_y - A_{\alpha C} - A_{\gamma C}}{2} \; ; \quad k = A_{\gamma-\delta} = \frac{A_{\gamma C} + A_{\delta C} - A_x}{2} \quad (33)(34)$$

3. Prawo rozdziału energii promienistej układu przestrzennego

Dla wyjaśnienia zasad tworzenia prawa rozdziału energii promienistej układów przestrzennych ropatrywany będzie układ zamknięty w formie kuli, którą podzielono płaszczyznami równoległymi a następnie prostopadłymi do koła dużego (rys. 4). W układzie przestrzennym ilość niewiadomych współczynników konfiguracji jest również większa niż liczba równań wynikających z prawa wzajemności i zamkniętości. Brakującą liczbę równań napisać można (analogicznie jak w układzie płaskim) w oparciu o przestrzenne prawo rozdziału energii. Prawo to tworzy się w oparciu o tzw. fikcyjną powierzchnię zamykającą przestrzenną wnękę. Powierzchnia fikcyjna jest funkcją średnicy kuli w potędze drugiej [3] . Powierzchnię fikcyjną tworzy się przy pomocy uogólnionego twierdzenia Pitagorasa, wg którego (rys.2):



Rys. 2



Rys. 3

$$A_o = A_i \ \varphi_{i-j} = A_j \ \varphi_{i-j} = A_{i-j} = \frac{\pi (x-L)^2}{4} = \frac{\pi D_o^{\,2}}{4} = \frac{\pi D^2}{16} \tag{35}$$

Dla układu przedstawionego na rys. 4 można napisać następujące wielkości charakterystyczne [3]:

$$A_o = \frac{\pi (x-L)^2}{4} = \frac{\pi D^2}{16} \quad \text{gdzie} \quad X = D, \quad L = D/2 \tag{36}$$

$$A_\alpha = A_\gamma = A_\delta = A_\gamma = 2\,A_o \quad ; \quad \bar{A}_{\bar{\delta}} = \bar{A}_{\bar{\alpha}} = 2\,A_o \tag{37}$$

$$A_\beta = A_\mu = 4\,A_o \quad ; \quad \bar{A}_{\bar{\beta}} = \bar{A}_{\bar{\gamma}} = 6\,A_o \tag{38}$$

$$A_x = 4\,A_o \tag{39}$$

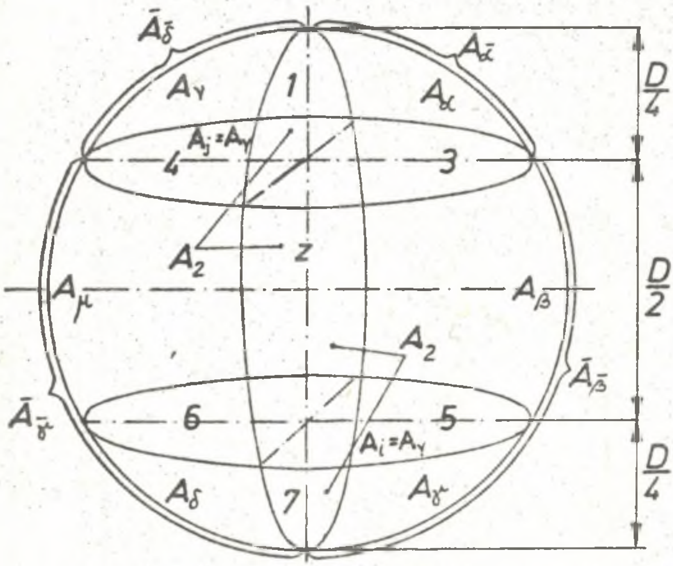
$$A_y = A_i = A_j = 3\,A_o \tag{40}$$

$$A_3 = A_4 = A_5 = A_6 = \frac{3}{2} A_0 \tag{41}$$

$$A_1 = \left(\frac{4}{3} A_0 - \sqrt{3}/\pi \cdot A_0\right) \tag{42}$$

$$A_z = \left(\frac{4}{3} A_0 + 2\sqrt{3}\, A_0/\pi\right) \tag{43}$$

$$A_2 = \left(8 A_0/3 + \sqrt{3}\, A_0/\pi\right) \tag{44}$$



Rys. 4

Powierzchnie fikcyjne zamykające wnękę przestrzenną określa się obliczając $A_\alpha - A_{\alpha-\alpha}$; $A_\beta - A_{\beta-\beta}$ itd. ze wzoru:

$$A_{\alpha-\alpha} = \int_{A_\alpha}\int_{A_\alpha} \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2}{\pi s^2}\, dA_\alpha\, dA_\alpha \tag{45}$$

gdzie zgodnie z rys. 3

$$\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 = \left(\frac{S}{D}\right)^2 \tag{46}$$

podstawiając (46) do (45) otrzymujemy [ ]:

$$A_{\alpha fc} = A_\alpha - A_{\alpha-\alpha} = A_{\gamma fc} = \bar{A}_{\delta fc} = \frac{7}{4} A_0 \tag{47}$$

oraz

$$A_{\beta fc} = A_\beta - A_{\beta-\beta} = A_{\mu fc} = 3 A_0 \tag{48}$$

$$\bar{A}_{\beta fc} = \bar{A}_{\bar{\beta}} - \bar{A}_{\bar{\beta}-\bar{\beta}} = A_{\gamma fc} = \frac{15}{4} A_0 \tag{49}$$

Wykorzystując teraz wyznaczone wyżej wielkości charakterystyczne oraz dokonując podziału kuli płaszczyznami poziomymi i pionowymi jak na rys.4, zgodnie z prawem zamkniętości i wzajemności otrzymujemy następujący układ równań:

$$\bar{A}_{\alpha-\beta} + \bar{A}_{\alpha-\gamma} + \bar{A}_{\alpha-\delta} = A_{\alpha} - A_{\alpha-\alpha} = \bar{A}_{\alpha fc} \quad \text{lub} \quad x + y + z = \bar{A}_{\alpha fc} \tag{50}$$

$$\bar{A}_{\beta-\alpha} + \bar{A}_{\beta-\gamma} + \bar{A}_{\beta-\delta} = A_{\beta} - A_{\beta-\beta} = \bar{A}_{\beta fc} \quad \text{lub} \quad x + m + n = \bar{A}_{\beta fc} \tag{51}$$

$$\bar{A}_{\gamma-\alpha} + \bar{A}_{\gamma-\beta} + \bar{A}_{\gamma-\delta} = A_{\gamma} - A_{\gamma-\gamma} = \bar{A}_{\gamma fc} \quad \text{lub} \quad y + m + k = \bar{A}_{\gamma fc} \tag{52}$$

$$\bar{A}_{\delta-\alpha} + \bar{A}_{\delta-\beta} + \bar{A}_{\delta-\gamma} = A_{\delta} - A_{\delta-\delta} = \bar{A}_{\delta fc} \quad \text{lub} \quad z + n + k = \bar{A}_{\delta fc} \tag{53}$$

Dokonując podobnych przekształceń jak w rozdziale (2) z równań od (50) do (53) otrzymujemy :

$$\bar{A}_{\alpha-\gamma} + \bar{A}_{\alpha-\delta} + \bar{A}_{\beta-\gamma} + \bar{A}_{\beta-\delta} = A_x , \quad y + z + m + n = A_x \tag{54}$$

$$\bar{A}_{\alpha-\beta} + \bar{A}_{\alpha-\gamma} + \bar{A}_{\delta-\beta} + \bar{A}_{\delta-\gamma} = A_y ; \quad x + y + n + k = A_y \tag{55}$$

lub zapisując (54) i (55) w formie ogólnej:

$$\sum_{m=\alpha}^{m=\beta} \left(\sum_{n=\gamma}^{n=\delta} A_{m-n} \right) = A_x \tag{56}$$

$$\sum_{m=\alpha}^{m=\beta} \left(\sum_{n=\alpha}^{n=\beta} A_{m-n} \right) = \sum_{n=\alpha}^{n=\beta} (A_n) - A_x \tag{57}$$

$$\sum_{m=\alpha}^{m=\delta} \left(\sum_{n=\alpha}^{n=\delta} A_{m-n} \right) = \sum_{n=\alpha}^{n=\delta} (A_n) - A_y \tag{58}$$

otrzymuje się przestrzenne prawo rozdziału energii promienistej. Rozwiązując następnie układ równań (50) ÷ (55) wyznacza się poszukiwane wielkości $\bar{A}_{i-j}$ w funkcji A_o:

$$x = \bar{A}_{\alpha-\beta} = \frac{1}{2} \left(\bar{A}_{\alpha fc} + \bar{A}_{\beta fc} - A_x \right) = \frac{3}{4} A_o \tag{59}$$

$$y = \bar{A}_{\alpha-\gamma} = \frac{1}{2} \left(A_x + A_y - \bar{A}_{\beta fc} - \bar{A}_{\delta fc} \right) = \frac{3}{4} A_o \tag{60}$$

$$z = \bar{A}_{\alpha-\delta} = \frac{1}{2} \left(\bar{A}_{\alpha fc} + \bar{A}_{\delta fc} - A_y \right) = \frac{1}{4} A_o \tag{61}$$

$$m = \bar{A}_{\beta-\gamma} = \frac{1}{2} \left(\bar{A}_{\beta fc} + \bar{A}_{\gamma fc} - A_y \right) = \frac{9}{4} A_o \tag{62}$$

$$n = \bar{A}_{\beta-\delta} = \frac{1}{2} \left(A_x + A_y - \bar{A}_{\alpha fc} - \bar{A}_{\gamma fc} \right) = \frac{3}{4} A_o \tag{63}$$

$$k = \bar{A}_{\gamma-\delta} = \frac{1}{2} \left(\bar{A}_{\gamma fc} + \bar{A}_{\delta fc} - A_x \right) = \frac{3}{4} A_o \tag{64}$$

4. Prawo rury (tuby)

Wykorzystując przestrzenne prawo rozdziału energii promienistej w zastosowaniu do układu złożonego, np. z sześciu powierzchni $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ μ, ν (rys. 4) otrzymuje się nowe zależności, które nazwano prawem rury lub tuby [3]. Rozpatrywany układ traktowany będzie przykładowo jako otwarty, z którego przez okno $A_\mu + A_\nu$ część energii promienistej ucieka na zewnątrz.

Zgodnie z prawem zamkniętości i wzajemności dla układu sześciopowierzchniowego, z dwoma oknami, otrzymuje się następujący układ równań:

$$A_{\alpha-\alpha} + A_{\alpha-\beta} + A_{\alpha-\gamma} + A_{\alpha-\delta} + A_{\alpha-\mu} + A_{\alpha-\nu} = A_\alpha \tag{65}$$

$$A_{\beta-\beta} + A_{\beta-\alpha} + A_{\beta-\gamma} + A_{\beta-\delta} + A_{\beta-\mu} + A_{\beta-\nu} = A_\beta \tag{66}$$

$$A_{\gamma-\gamma} + A_{\gamma-\alpha} + A_{\gamma-\beta} + A_{\gamma-\delta} + A_{\gamma-\mu} + A_{\gamma-\nu} = A_\gamma \tag{67}$$

$$A_{\delta-\delta} + A_{\delta-\alpha} + A_{\delta-\beta} + A_{\delta-\gamma} + A_{\delta-\mu} + A_{\delta-\nu} = A_\delta \tag{68}$$

$$A_{\mu-\mu} + A_{\mu-\alpha} + A_{\mu-\beta} + A_{\mu-\gamma} + A_{\mu-\delta} + A_{\mu-\nu} = A_\mu \tag{69}$$

$$A_{\nu-\gamma} + A_{\nu-\alpha} + A_{\nu-\beta} + A_{\nu-\delta} + A_{\nu-\gamma} + A_{\nu-\mu} = A_\nu \tag{70}$$

Sumując teraz równania od (65) do (68) otrzymuje się:

$$\sum_{m=\alpha,\beta,\gamma,\delta}\Big(\sum_{n=\alpha,\beta,\gamma,\delta} A_{m-n}\Big) + \big(A_{\alpha-\mu} + A_{\alpha-\nu} + A_{\beta-\mu} + A_{\beta-\nu} + A_{\gamma-\mu} + A_{\gamma-\nu} + A_{\delta-\mu} + A_{\delta-\nu}\big) = \sum_{n=\alpha,\beta,\gamma,\delta} A_n \tag{71}$$

Energię skierowaną na μ i ν określa się z sumy równań (69) i (70):

$$\big(A_{\mu-\alpha} + A_{\mu-\beta} + A_{\mu-\gamma} + A_{\mu-\delta}\big) + \big(A_{\nu-\alpha} + A_{\nu-\beta} + A_{\nu-\gamma} + A_{\nu-\delta}\big) = \sum_{k=\mu,\nu} A_k - \big(A_{\mu-\mu} + A_{\mu-\nu}\big) - \big(A_{\nu-\nu} + A_{\nu-\mu}\big) \tag{72}$$

lub

$$\big(A_{\mu-\alpha} + A_{\mu-\beta} + A_{\mu-\gamma} + A_{\mu-\delta} + A_{\nu-\alpha} + A_{\nu-\beta} + A_{\nu-\gamma} + A_{\nu-\delta} = \sum_{k=\mu,\nu} A_k - \sum_{r=\mu,\nu}\Big(\sum_{k=\mu,\nu} A_{r-k}\Big) \tag{73}$$

Podstawiając (73) do (71) otrzymuje się tzw. prawo rury lub tuby:

$$\sum_{m=\alpha,\beta,\gamma,\delta}\Big(\sum_{n=\alpha,\beta,\gamma,\delta} A_{m-n}\Big) + \sum_{k=\mu,\nu} A_k - \sum_{r=\mu,\nu}\Big(\sum_{k=\mu,\nu} A_{r-k}\Big) = \sum_{n=\alpha,\beta,\gamma,\delta} A_n \tag{74}$$

lub

$$\sum_{m=\alpha,\beta,\gamma,\delta}\left(\sum_{n=\alpha,\beta,\gamma,\delta} A_{m-n}\right) - \sum_{r=\mu,\nu}\left(\sum_{k=\mu,\nu} A_{r-k}\right) = \sum_{n=\alpha,\beta,\gamma,\delta} A_n - \sum_{k=\mu,\nu} A_k \tag{75}$$

Wyprowadzone prawo rury (tuby) (74) lub (75) ma charakter ogólny i może być stosowane dla dowolnej ilości powierzchni i dowolnego podziału układu przestrzennego. Umożliwia ono czasami natychmiastowe wyznaczenie jednej z niewiadomych.

LITERATURA

[1.] Buraczewski Cz. Stąsiek J. Application of generalized Pythagoras theorem to calculation of configuration factors between surfaces of chennels of revolution. Int. J.Heat and Fluid Flow Vol. 4 No 3 1983.

[2.] Buraczewski Cz. Przyczynek do teorii promieniowania Cz. I. Prawo rozdziału energii promieniującego układu n - powierzchniowego i średnie stosunki konfiguracji układów zamkniętych. Prace IMP PAN, z. 1, 1960.

[3.] Buraczewski Cz. Prawo rozdziału energii promienistej promieniujących komór w układach płaskich i przestrzennych. (praca w opracowaniu)

[4.] Wiśniewski S. Wymiana Ciepła. PWN, Warszawa 1979.

ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛООБМЕНА ИЗЛУЧЕНИЕМ В ПЛОСКИХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Р е з ю м е

Определение теплообмена излучением между произвольно расположенными поверхностьями, при их сложной конфигурации, может представлять собой сложную проблему. Она упрощается, когда рассматрываные поверхности чёрные или идеально серые. Принимая метод яркости и используя баланс энергии, в статье представлен закон распределения лучистой энергии для плоской и пространственной системы. Рассмотрено решение для системы состоящей из шести поверхностей. Получены новые зависимости, в общем виде, определены как закон распределения энергии для теплообмена излучением, и также как закон трубы.

Praca wpłynęła do Redakcji w maju 1985 r.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Stefan Wiśniewski

THE LAW OF ENERGY DISTRIBUTION IN RADIANT HEAT EXCHANGE - IN FLAT AND SPATIAL SYSTEMS

S u m m a r y

For a complicated configuration of surfaces systems, determining the radiative heat transfer between any situated surfaces is a realy difficult problem. This problem is simplified in the case, when the surfaces are black or ideal diffusive grey. In the paper the law of radiant energy distribution in flat and spatial systems, using the radiosity method and energy balance equations has been presented. The solution for a system consisting of six surfaces has been discussed. New general relations called the law of energy distribution in radiant heat exchange and the law of tube have been determined.