

GRAFICZNA METODA WYZNACZANIA WSPÓŁCZYNNIKA PRZEJMOWANIA CIEPŁA NA SKUTEK PROMIENIOWANIA

W. I. ISAJEW

Technologiczny Instytut Przemysłu Chłodniczego, Odessa

Rozpatrując złożoną wymianę ciepła w komorach chłodniczych, całkowity współczynnik przejmowania ciepła przez powierzchnię chłodnicy konwekcyjnej oblicza się jako sumę składników konwekcyjnego i radiacyjnego. Ten ostatni opisany jest zależnością:

$$\alpha_r = \varepsilon \cdot \psi \cdot C_0 \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{T_1 - T_2} \quad (1)$$

gdzie:

- ε - emisyjność wzajemna układu,
- ψ - stopień opromieniowania (współczynnik konfiguracji),
- C_0 - stała promieniowania ciała doskonale czarnego ($C_0 \approx 5,67 \text{ W/m}^2\text{K}^4$),
- T_1, T_2 - temperatura powierzchni wzajemnie opromieniowujących się ciał [K].

O ile emisyjność układu ε i stopień opromieniowania ψ można wyznaczać graficznie (rys. 1 i 2), to występujące we wzorze (1) wyrażenie temperaturowe należy każdorazowo obliczać. Jednak wyrażając iloczyn stałej promieniowania ciała doskonale czarnego i członu temperaturowego, jako maksymalny współczynnik przejmowania ciepła przez promieniowanie $\alpha_{r,max}$, równanie (1) można zapisać w postaci:

$$\alpha_r = \varepsilon \cdot \psi \cdot \alpha_{r,max} \quad (2)$$

Aby zmniejszyć pracochłonność wyznaczania współczynnika α_r podczas projektowania chłodnic dla komór chłodniczych, w zakresie typowych temperatur powierzchni wymieniających ciepło, można się posłużyć nomogramem (rys. 3) pozwalającym ustalić wartość $\alpha_{r,max}$ z dokładnością nie gorszą niż $1 \pm 2\%$.

Przykładowo – jeśli temperatura powierzchni chłodnicy wynosi -27°C , a towaru (i powietrza) -18°C , to należy podążyć od wartości -27°C na skali po prawej stronie nomogramu (pkt A) do przecięcia z linią odpowiadającą -18°C (pkt B), a następnie z lewej podziałki odczytać wartość $\alpha_{r,max}$ (około $3,57 \text{ W/m}^2\text{K}$ – pkt C).

Wartość ta odnosi się do sytuacji, gdy wymiana ciepła przez promieniowanie zachodzi pomiędzy dwoma ciałami doskonale czarnymi ($\varepsilon=1$), o powierzchniach różnooległych ($\psi=1$). Zgodnie ze wzorem (2) należy ją jeszcze pomnożyć przez stopień opromieniowania ψ , wyznaczony np. z rys. 2 oraz przez wzajemną emisyjność układu ε , odczytaną z rys. 1 lub obliczoną z zależ-

ności:

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \quad (3)$$

gdzie:

- $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ - emisyjność powierzchni ciał wymieniających ciepło przez promieniowanie (tab. 1).

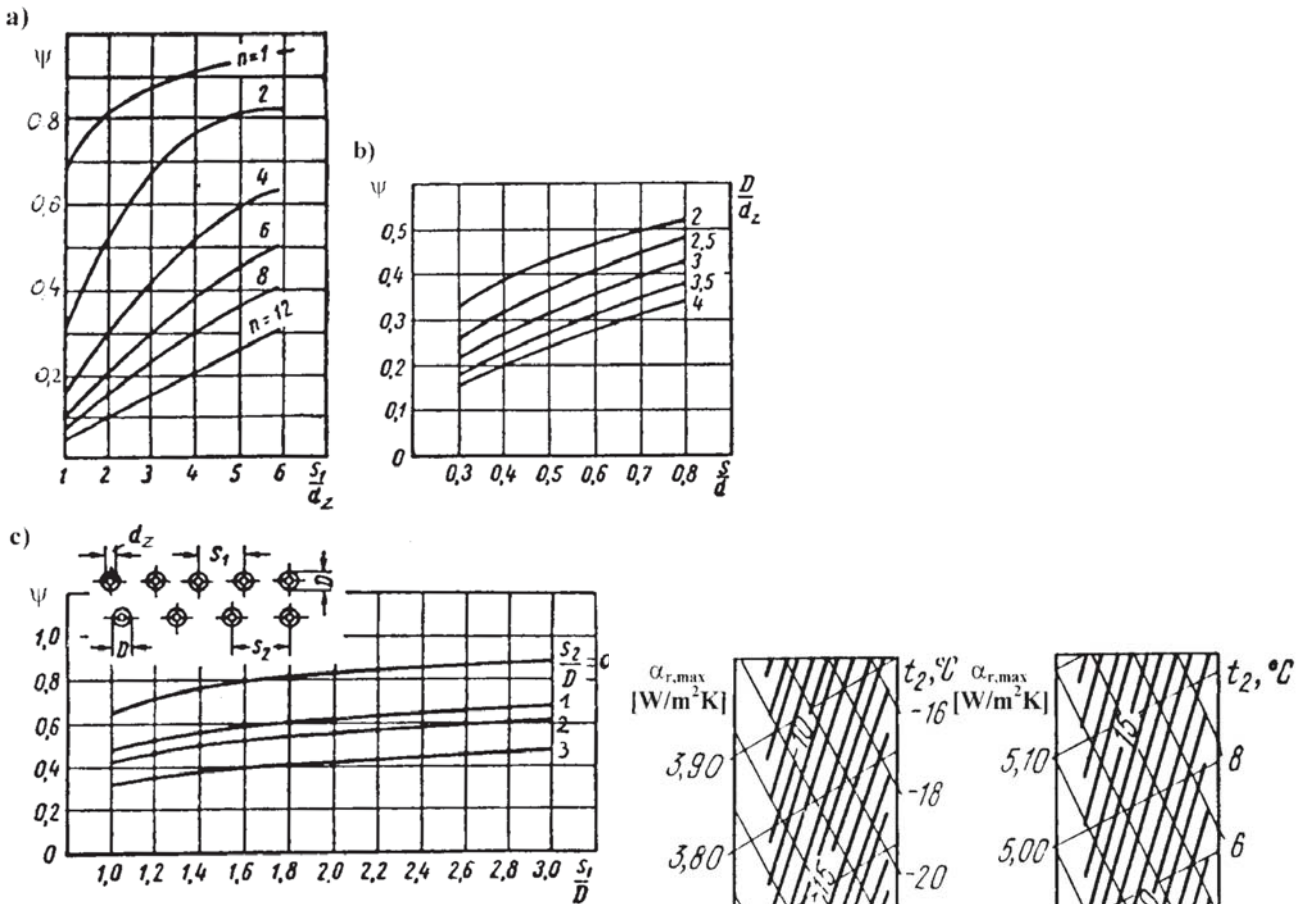
Literatura:

- [1] Poradnik Chłodnictwa. Praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1965.
- [2] Wiśniewski S., Wiśniewski T.: Wymiana Ciepła. WNT, Warszawa 1997.

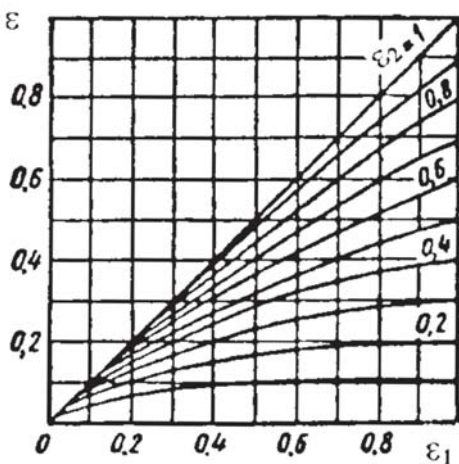
Opracowanie:
Waldemar Targański

Tab. 1. Emisyjność powierzchni wybranych ciał [1,2]

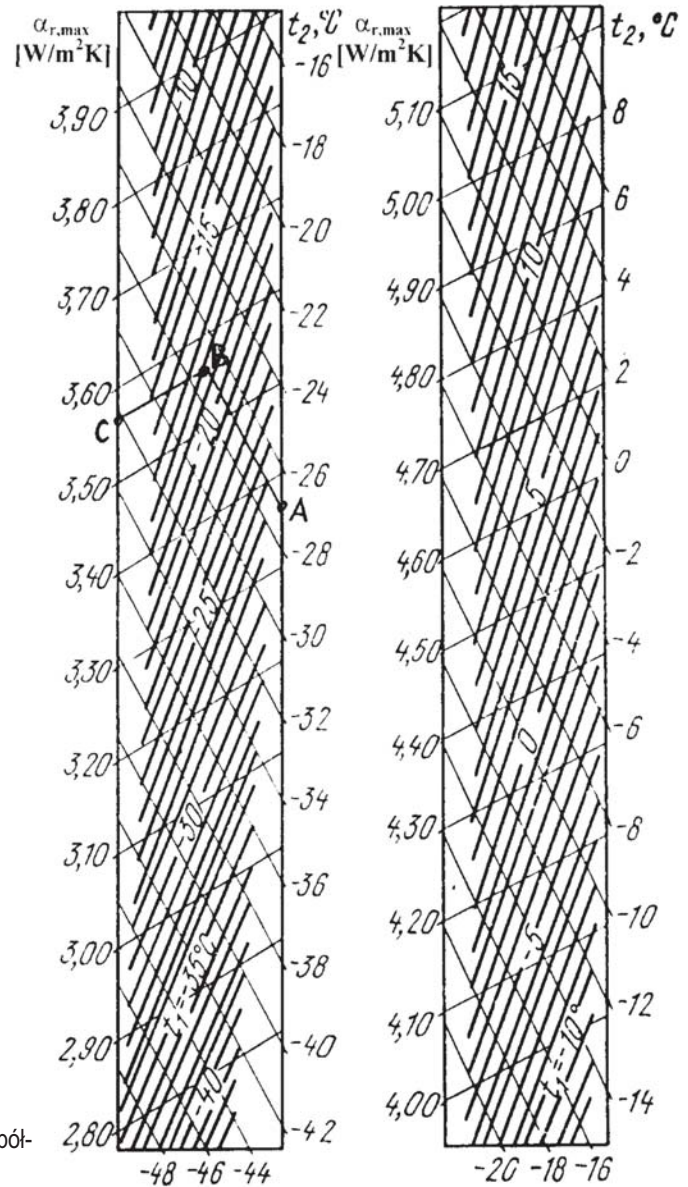
Substancja	t [°C]	ε
Aluminium chropowate	26	0,055
Aluminium polerowane	23	0,052
Błacha stalowa pokryta lśniąca warstwą tlenku	25	0,82
Stal świeżo przetarta papierem ściernym	20	0,24
Błacha stalowa szara ocynkowana, utleniona	24	0,28
Miedź polerowana	20-115	0,018-0,023
Miedź walcowana	-	0,64
Żeliwo chropowate utlenione	40	0,95
Żeliwo obtoczone	22	0,44
Lakier biały	40-95	0,8-0,95
Lakier czarny błyszczący	25	0,875
Lakier czarny matowy	40-95	0,96-0,98
Dąb strugany	20	0,9
Cegła czerwona chropowata	20	0,93
Tynk chropowaty	10-88	0,91
Papa	20	0,93
Szkło gładkie	22	0,94
Woda	0-100	0,95-0,96
Lód gładki	0	0,966
Lód chropowaty	0	0,985



Rys. 2. Stopień opromieniowania chłodnic konwekcyjnych [1]: dla pęczka rur gładkich (a), dla pojedynczej rury ożebrowanej (b) i dla baterii rur ożebrowanych (c); S_1 , S_2 – podziałka rur, S – podziałka żeber, n – liczba rzędów rur w pęczku, D – zewnętrzna średnica żeber, d_z – zewnętrzna średnica rury



Rys. 1. Zależność emisyjności wzajemnej od emisyjności obu opromienianych powierzchni [1]



Rys. 3. Nomogram do wyznaczania maksymalnej wartości współczynnika przejmowania ciepła na skutek promieniowania