

Janusz WANDRASZ, Adam ŁUCKOŚ

WPLYW POPRAWKI UWZGLĘDNIAJĄCEJ NAKŁADANIE SIĘ PASM EMISJI  
NA OBLICZENIA WYMIANY ENERGII PROMIENIOWANIEM

Streszczenie. Przedstawiono wpływ różnych sposobów obliczania poprawki uwzględniającej nakładanie się pasm emisji na wyniki obliczeń wymiany energii promienistej. Przy wyznaczeniu emisyjności  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  wykorzystano wzory aproksymacyjne Lecknera [3]. Przykładowe obliczenia wykonano dla dwupowierzchniowego układu zamkniętego wypełnionego izotermiczną bryłą gazową. Rezultaty obliczeń porównano z wynikami uzyskanymi w przypadku pominięcia poprawki na nakładanie się pasm emisji.

Oznaczenia:

- a - absorpcyjność,
- d - przezroczystość,
- $\delta$  - gęstość emisji,  $\text{W}/\text{m}^2$ ,
- F - pole powierzchni,  $\text{m}^2$ ,
- $\dot{h}$  - gęstość strumienia jasności,  $\text{W}/\text{m}^2$ ,
- L - średnia długość drogi promieniowania, m,
- $p_{\text{CO}_2}$  - ciśnienie cząstkowe  $\text{CO}_2$ , bar,
- $p_{\text{H}_2\text{O}}$  - ciśnienie cząstkowe  $\text{H}_2\text{O}$ , bar,
- p - suma ciśnień cząstkowych  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , bar,
- P - stosunek ciśnienia cząstkowego  $\text{H}_2\text{O}$  do sumy ciśnień cząstkowych  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ ,
- $p_c$  - ciśnienie całkowite gazu, bar,
- $\dot{Q}$  - strumień ciepła, W,
- $\dot{q}$  - gęstość strumienia ciepła,  $\text{W}/\text{m}^2$ ,
- R - refleksyjność,
- t - temperatura,  $^{\circ}\text{C}$ ,
- T - temperaturze bezwzględna, K,
- $\Delta\epsilon$  - poprawka na nakładanie się pasm emisji  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ ,
- $\epsilon$  - emisyjność,
- $\zeta$  - poprawka uwzględniająca wpływ ciśnienia cząstkowego pary wodnej na emisyjność  $\text{H}_2\text{O}$ ,
- $\sigma$  - stała Boltzmanna,  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^4$ ,
- $\varphi_{1-j}$  - średni stosunek konfiguracji.

## 1. Wstęp

Stosowane rozwiązania zagadnień wymiany ciepła promieniowaniem w układach zamkniętych wypełnionych ośrodkiem emitującym-absorbującym różnią się między sobą założeniami dotyczącymi własności radiacyjnych gazów. Strumień emitowanej lub absorbowanej energii określa się traktując gaz jako szary bądź uwzględniając pasmowy charakter emisji. Promieniowanie gazów w pasmach rozpatrywać można w oparciu o model pasm czasnych lub model pasm szarych. Zagadnienie przepływu energii promieniowaniem w komorze pieca wglębnego przy użyciu modelu gazu szarego rozwiązano w pracy [6], a rozwiązanie tego zagadnienia modelem pasm ozarnych przedstawiono w pracach [7] i [8]. W pracy [5] autor zajmuje się zastosowaniem w obliczeniach modelu pasm szarych.

Przy równoczesnym promieniowaniu  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  pasma emisji tych gazów nakładają się na siebie, a w obliczeniach emisyjności i absorpcyjności gazu stosowane są zależności:

$$\xi_g = \xi_{\text{CO}_2} + \xi_{\text{H}_2\text{O}} - \Delta\xi, \quad (1)$$

$$a_g = a_{\text{CO}_2} + a_{\text{H}_2\text{O}} - \Delta a, \quad (2)$$

gdzie  $\xi$  uwzględnia wpływ ciśnienia pary wodnej na emisję  $\text{H}_2\text{O}$ . Poprawki  $\Delta\xi$  i  $\Delta a$  uwzględniające nakładanie się pasm różni autorzy proponują uwzględnić w sposób przybliżony stosując następujące założenia:

$$\Delta\xi = 0, \quad \Delta a = 0, \quad (3)$$

$$\Delta\xi = \xi_{\text{CO}_2} \xi_{\text{H}_2\text{O}}, \quad \Delta a = a_{\text{CO}_2} a_{\text{H}_2\text{O}}, \quad (4)$$

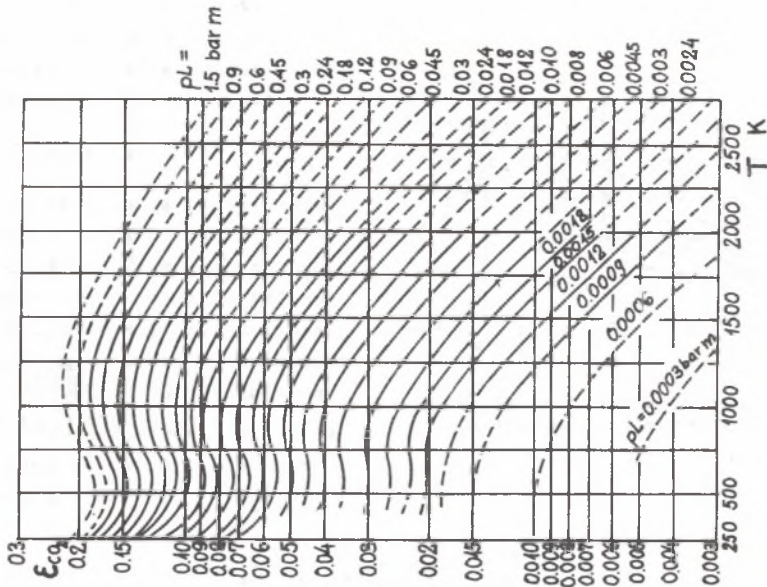
$$\Delta\xi = f(p_{\text{CO}_2}, p_{\text{H}_2\text{O}}, L, T_g), \quad \Delta a = \varphi(p_{\text{CO}_2}, p_{\text{H}_2\text{O}}, L, T_g, T_1) \quad (5)$$

W pracy przeanalizowano różne sposoby obliczania tych poprawek oraz oceniono ich wpływ na obliczenia wartości strumieni ciepła pochłanianego przez wasad i ściany pieca komorowego traktując układ jako dwupowierzchniowy o izotermicznych ścianach wypełniony gazem szarym.

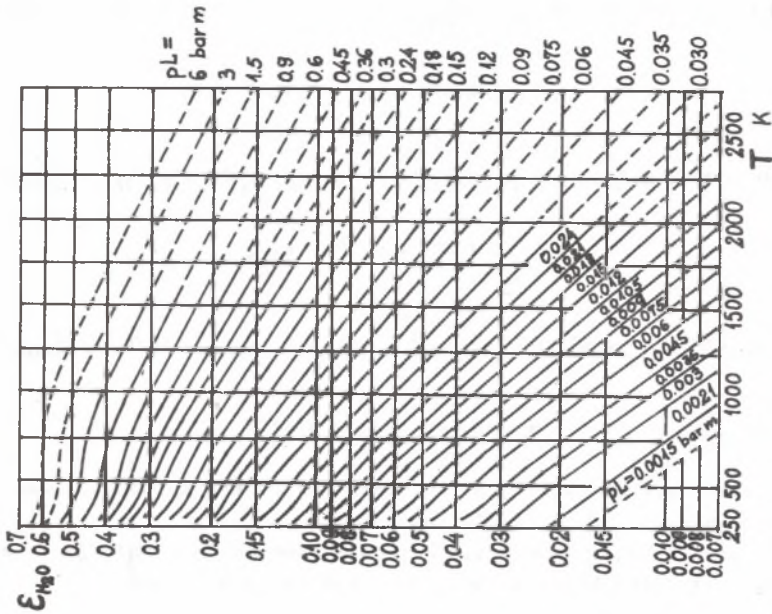
## 2. Sposoby obliczania emisyjności gazów

W przypadku modelu gazu szarego gęstość emisji gazu wyraża się równaniem:

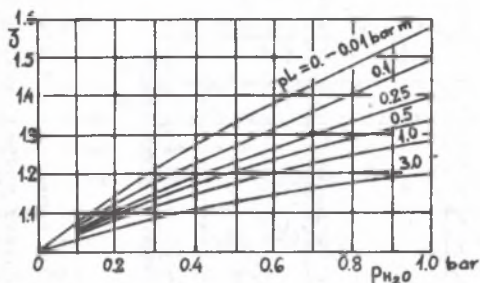
$$\dot{q}_g = \xi_g \sigma T_g^4 \quad (6)$$



Rys. 2. Zależność  $\epsilon_{H_2O}$  od temperatury i iloczynu  $pL$  dla bardzo małych stężeń pary wodnej (ciśnienie całkowite 0,1 MPa)



Rys. 1. Zależność  $\epsilon_{CO_2}$  od temperatury i iloczynu  $pL$  (ciśnienie całkowite 0,1 MPa)



Rys. 3. Wartość poprawki uwzględniającej ciśnienie cząstkowe  $H_2O$

Przy równoczesnym promieniowaniu  $CO_2$  i  $H_2O$  zastępczą emisyjność bryły gazowej oblicza się z zależności (1). Wartości  $\xi_{CO_2}$ ,  $\xi_{H_2O}$  oraz  $\zeta$  odczytuje się z wykresów podanych przez Hottela [2] (rys. 1, 2, 3). W pracy [8] podano równanie aproksymujące wyniki obliczeń  $\zeta$  przy zastosowaniu modelu pasm czarnych. Równanie to słuszne w zakresie temperatur  $400 \leq t < 1600^\circ C$ , iloczynu  $0,01 < p_{H_2O} \cdot L < 0,8$  bar·m oraz dla ciśnień cząstkowych  $0 < p_{H_2O} < 0,2$  bar ma postać:

$$\zeta = A(p_{H_2O} L)^B \exp(C p_{H_2O} L), \quad (7)$$

gdzie współczynniki A, B, C ujęto zależnościami:

$$A = (0,01638 - 0,6895 p_{H_2O}) \left(\frac{T}{1000}\right)^2 - (0,04777 - 1,5179 p_{H_2O}) \left(\frac{T}{1000}\right) + (0,4406 p_{H_2O} + 1,0398) \quad (8)$$

$$B = (0,0009 - 0,2064 p_{H_2O}) \left(\frac{T}{1000}\right)^2 - (0,0017 - 0,6636 p_{H_2O}) \left(\frac{T}{1000}\right) + (0,0023 - 0,3414 p_{H_2O}) \quad (9)$$

$$C = (0,6278 p_{H_2O}' - 0,0092) \left(\frac{T}{1000}\right)^2 - (1,5419 p_{H_2O} - 0,0269) \left(\frac{T}{1000}\right) + (0,0816 p_{H_2O} - 0,0272) \quad (10)$$

Wartości emisyjności  $CO_2$  i  $H_2O$  obliczone na podstawie modelu pasm czarnych podano w pracy [8] w formie tabelic.

Wzory aproksymujące dane Hottela podaje Leckner [3]. Emisyjność zastępczą danego składnika bryły gazowej wyznacza się z zależności:

$$\xi = \exp(\xi_0) \left\{ \left( \frac{A p_e + B}{p_e + A + B} - 1 \right) \exp \left[ -C(X_m - X)^2 \right] + 1 \right\}, \quad (11)$$

gdzie:

$$\xi_0 = a_0 + \sum_{i=1}^M a_i X^i$$

$$a_i = c_{0i} + \sum_{j=1}^N c_{ji} \theta^j$$

$$X = 2 + 0,424 \ln(pL)$$

$$\theta = \frac{T_g}{1000}$$

$p$  - oznacza ciśnienie cząstkowe  $\text{CO}_2$  lub  $\text{H}_2\text{O}$ .

Dla  $\text{H}_2\text{O}$  współczynniki  $p_e$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $X_m$  określone są równaniami:

$$p_e = p_0 \left( 1 + 4,9 \frac{273}{T_g} \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_0} \right)$$

$$A = 1,888 - 0,8916 \ln \theta$$

$$B = 1,1 \theta^{1,4}$$

$$C = 0,5$$

$$X_m = 1,121 + 0,8686 \ln \theta$$

$$M = N = 2$$

Jeśli  $\theta < 0,75$  przy wyznaczaniu  $A$  podstawia się  $\theta = 0,75$ . Dla  $\text{CO}_2$ :

$$p_e = p_0 \left( 1 + 0,28 \frac{p_{\text{CO}_2}}{p_0} \right)$$

$$A = 0,1 \theta^{-1,45} + 1$$

$$B = 0,23$$

$$C = 1,47$$

$$X_m = -1,2695 - 0,8699 \ln \theta \quad \text{dla } T_g < 700 \text{ K}$$

$$X_m = -0,6488 - 0,8699 \ln \theta \quad \text{dla } T_g > 700 \text{ K}$$

$$M = 3, \quad N = 4$$

Wartości współczynników  $\sigma_{ji}$  dla  $H_2O$  i  $CO_2$  podano w tablicach 1 i 2.

Tablica 1

Wartości współczynników  $\sigma_{ji}$  dla  $H_2O$

i	$\sigma_{0i}$	$\sigma_{1i}$	$\sigma_{2i}$
0	-2,2118	-1,1987	0,035596
1	0,85667	0,93048	-0,14391
2	-0,10838	-0,17156	0,045915

Tablica 2

Wartości współczynników  $\sigma_{ji}$  dla  $CO_2$

i	$\sigma_{0i}$	$\sigma_{1i}$	$\sigma_{2i}$	$\sigma_{3i}$	$\sigma_{4i}$
0	-3,9781	2,7353	-1,9882	0,31054	0,015719
1	1,9326	-3,5932	3,7247	-1,4535	0,20132
2	-0,35366	0,61766	-0,84207	0,39859	-0,063356
3	-0,080181	0,31466	-0,19973	0,046532	-0,0033086

W przypadku użycia do wyznaczenia emisyjności  $H_2O$  i  $CO_2$  zależności (11) zastępczą emisyjność bryły gazowej należy obliczać z równania:

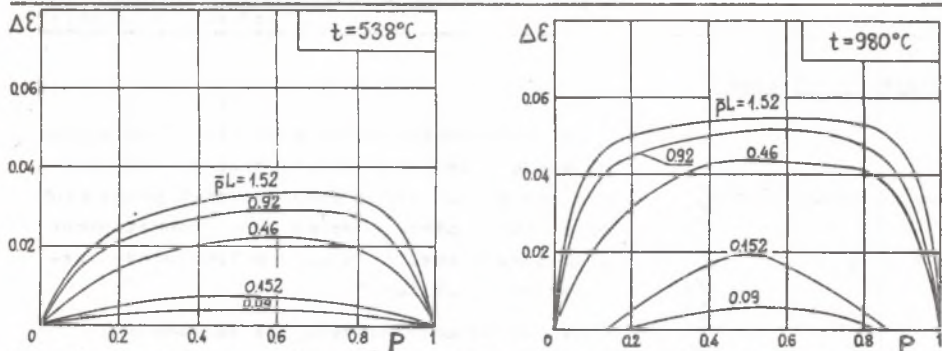
$$\varepsilon_g = \varepsilon_{CO_2} + \varepsilon_{H_2O} - \Delta\varepsilon, \quad (12)$$

Powyższa zależność nie zawiera poprawki  $\xi$ , gdyż wpływ ciśnienia  $p_{H_2O}$  uwzględniono wprost w równaniu (11) za pomocą wartości  $p_e$ .

### 3. Obliczenia poprawki $\Delta\varepsilon$

Wielkość  $\Delta\varepsilon$  była przedmiotem szeregu badań i opracowań. W oparciu o analizę teoretyczną dokonaną przez Eckerta sporządzono wykresy do obliczenia tej poprawki. Wykresy te przedstawiono na rys. 4. W pracy [8] podano równanie korelacyjne dla obliczania wartości poprawki  $\Delta\varepsilon$  dobrane w oparciu o wyniki obliczeń przy założeniu modelu pasm czarnych w postaci:



Rys. 4. Wartości poprawek  $\Delta\xi$  dla roztworów zawierających parę wodną i  $\text{CO}_2$ 

$$\Delta\xi = \left[ A (\bar{p} L)^B \exp(C \bar{p} L) \right] \left( 1 + D \frac{T}{1000} \right), \quad (13)$$

gdzie współczynniki A, B, C, D opisane są zależnościami:

$$A = -(0,0336 P + 0,0722) \left( \frac{T}{1000} \right)^2 + (0,0784 P + 0,372) \left( \frac{T}{1000} \right) - (0,0183 P + 0,1863)$$

$$B = (0,0861 P + 0,1954) \left( \frac{T}{1000} \right)^2 - (0,1949 P + 0,1852) \left( \frac{T}{1000} \right) - (0,0348 P - 1,298)$$

$$C = -(0,1133 P + 0,3092) \left( \frac{T}{1000} \right)^2 + (0,455 P + 0,2513) \left( \frac{T}{1000} \right) - (0,474 P + 0,8287)$$

$$D = 0,3061 (\bar{p} L)^2 - 0,5747 (\bar{p} L) + 0,2114$$

Równanie (13) słuszne jest dla następującego zakresu zmian parametrów:

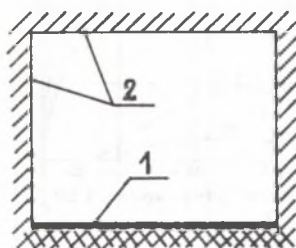
$$400 < t < 1600^\circ\text{C}$$

$$0,2 < (p_{\text{CO}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}) L < 1,6 \text{ bar m}$$

$$0,2 < P < 0,8$$

Wielu autorów w swoich pracach stwierdza (np. [4]), że wartość  $\Delta\xi$  jest niewielka i w obliczeniach wymiany ciepła promieniowaniem można ją pominąć. Natomiast według danych zaczerpniętych z [1] pominięcie poprawki  $\Delta\xi$  daje względny błąd określenia  $\xi_g$  wynoszący około 20%.

## 4. Przykład obliczeń



Rys. 5. Model wymiany energii

Dla wykazania wpływu poprawki  $\Delta \epsilon$  na wymianę energii promieniowaniem wykonano obliczenia strumieni ciepła pochłanianych przez wsad oraz ściany pieca. Uproszczony schemat pieca przedstawia rys. 5, a dane obliczeniowe zestawiono w tabelicy 3.

Przyjęto ponadto następujące założenia:

- bryła gazowa, powierzchnia wsadu oraz powierzchnia ścian pieca tworzą układ trzech elementów izotermicznych;
- powierzchnie wsadu oraz ścian pieca są szare,
- dla uproszczenia obliczeń przyjęto podobnie jak w innych pracach stałe różnice temperatur pomiędzy gazem i ściankami

$$T_g - T_1 = 250 \text{ K}; \quad T_g - T_2 = 200 \text{ K},$$

Tabela 3

Zestawienie danych do obliczeń.

Lp.	Wielkość	Jednostka	Wartość
1	Ciśnienie całkowite gazu	bar	1,0
2	Ciśnienie składnikowe $\text{CO}_2$	bar	$0,06 \pm 0,2$
3	Ciśnienie składnikowe $\text{H}_2\text{O}$	bar	$0,06 \pm 0,2$
4	Powierzchnia wsadu	$\text{m}^2$	4,0
5	Powierzchnia ścian pieca	$\text{m}^2$	12,0
6	Średnia droga promienia w bryle gazowej	m	1,75
7	Emisyjność wsadu	-	0,97
8	Emisyjność ścian pieca	-	0,63
9	Zakres zmian temperatury gazu	K	$873 \pm 1673$
10	Średnie współczynniki konfiguracji dla powierzchni		
	$\psi_{1-1}$		0,0
	$\psi_{2-1}$		0,333
	$\psi_{2-2}$		0,667

Strumienie ciepła pochłaniane przez wsad i ściany pieca wyznaczono na podstawie bilansu jasności. Wprowadzając stosowane w literaturze [6] uproszczenia przy obliczaniu przezroczystości bryły gazowej:

$$d_{2-1} = d_{2-2} = d_2; \quad d_{1-2} = d_1, \quad (14)$$



zgodnie z [7] otrzymuje się:

$$\dot{h}_1 = \frac{1}{N} \left[ \dot{\epsilon}_1 (1 - R_2 d_2 \Psi_{2-2}) + \dot{\epsilon}_2 R_1 d_2 + \dot{\epsilon}_G R_1 (1 + R_2 d_2 \Psi_{2-1}) \right], \quad (15)$$

$$h_2 = \frac{1}{N} \left[ \dot{\epsilon}_2 + \dot{\epsilon}_G R_2 (1 + R_1 d_1 \Psi_{2-1}) + \dot{\epsilon}_1 R_2 d_1 \Psi_{2-1} \right], \quad (16)$$

gdzie:

$$N = 1 - R_2 d_2 (\Psi_{2-2} + R_1 d_1 \Psi_{2-1}).$$

W równaniach (15) i (16) przyjęto założenie:

$$\dot{\epsilon}_{E_1} = \dot{\epsilon}_{E_2} = \dot{\epsilon}_G. \quad (17)$$

Strumień ciepła pochłaniany przez wsad oraz ściany wyznaczono korzystając z równania Eckerta [7]:

$$\dot{Q}_1 = \frac{F \dot{h}_1}{R_1} (\epsilon_1 \dot{h}_1 - \dot{\epsilon}_1) \quad (18)$$

Stosując w obliczeniach model gazu szarego należy wprowadzić do wzorów emisyjności gazów uśrednione dla całego zakresu długości fal. Absorpcyjność bryły gazowej wyznacza się w tym przypadku jako funkcję emisyjności z równania (2) stosując zależności podane przez Hottela [2]:

$$a_{CO_2}(T_1, T_G, p_{CO_2} L) = \epsilon_{CO_2}(T_1, p_{CO_2} L \frac{T_1}{T_G}) \left( \frac{T_G}{T_1} \right)^{0,65} \quad (19)$$

$$a_{H_2O}(T_1, T_G, p_{H_2O} L) = \epsilon_{H_2O}(T_1, p_{H_2O} L \frac{T_1}{T_G}) \left( \frac{T_G}{T_1} \right)^{0,45} \quad (20)$$

Wartość poprawki  $\Delta a$  jest równa wartości  $\Delta \epsilon$  wyznaczonej dla temperatury ściany  $T_1$ , a przezroczystość bryły gazowej wynika z równania:

$$d = 1 - a_G \quad (21)$$

Obliczenia gęstości strumienia ciepła  $\dot{q}_1$  i  $\dot{q}_2$  wykonano w czterech wariantach różniących się między sobą sposobem obliczania poprawki  $\Delta \epsilon$ :

- wariant 1:  $\Delta \epsilon = 0$ ,  $\Delta a = 0$ ;

- wariant 2:  $\Delta \epsilon = \epsilon_{CO_2} \epsilon_{H_2O}$ ,  $\Delta a = a_{CO_2} a_{H_2O}$ ;

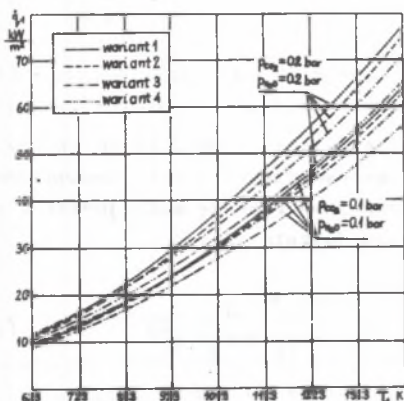
- wariant 3:  $\Delta \epsilon = f(p L, p, T_G)$ ,  $\Delta a = \Delta \epsilon(T_1)$ ;

wariant 4:  $\Delta \varepsilon$  - wynika z równania (13),

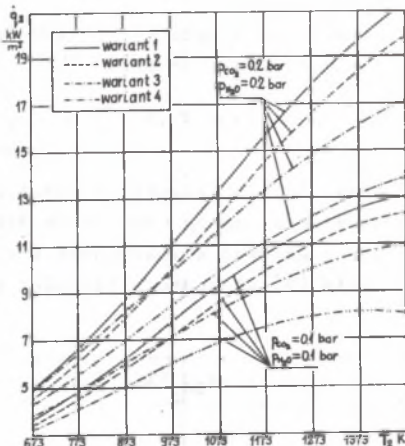
$a_g$  - wyznaczano z równania aproksymacyjnego podanego w pracy [8] w postaci:

$$a_g = \varepsilon_g \left[ 0,006527 \left( \frac{T_g}{T_1} - 1 \right)^{1,6} \frac{T_1}{100} \exp \left( 4,2 \frac{T_1}{T_g} \right) + 0,464 \left( \frac{T_g}{T_1} \right)^3 - 2,297 \left( \frac{T_g}{T_1} \right)^2 + 2,833 \frac{T_g}{T_1} \right], \quad (22)$$

Przykładowe wyniki obliczeń przedstawiono na wykresach rys. 6 i 7



Rys. 6. Wartości strumienia ciepła  $q_1$  w zależności od temperatury wsadu  $T_1$



Rys. 7. Wartości strumienia ciepła  $q_2$  w zależności od temperatury ścian pieca  $T_2$

## 6. Wnioski

Przedstawione na rys. 6 i 7 wykresy pokazują wpływ różnych metod uwzględniania poprawek nakładania się pasm na wynik końcowy obliczeń w zależności od temperatury  $\lambda$  i składu chemicznego promieniujących gazów. Należy zwrócić uwagę, że w pierwszych trzech prezentowanych metodach zastosowano w obliczeniach wzory aproksymacyjne Lecknera zarówno do obliczeń  $\varepsilon_g$ , jak i  $a_g$  uwzględniając przy tym równania (19) i (20). Poprawkę  $\Delta \varepsilon$  w metodzie trzeciej określano z zależności (13). Metoda czwarta poza wzorami Lecknera opiera się na wynikach obliczeń opartych na modelu pasmowej emisji z uwzględnieniem pasm czarnych.

Istotne rozbieżności w wynikach obliczeń występują dla strumienia  $q_2$ , co w głównej mierze uwarunkowane jest trzykrotnie większą powierzchnią wymiany ciepła. Najbardziej optymistyczne rezultaty daje metoda 1, co przy projektowaniu urządzeń energetycznych może prowadzić do niewłaściwej oce-

ny procesu. Najmniejsze wyniki obliczania strumienia ciepła uzyskuje się przy zastosowaniu równań aproksymacyjnych Lecknera w metodzie trzeciej. Rozbieżności obu metod dają maksymalną odchyłkę rzędu ok. 40%.

Dla oceny wpływu składu chemicznego obliczono średnią procentową odchyłkę w rozważanym zakresie temperatur przyjmując jako stan odniesienia metodę obliczeń, dla której  $\Delta \varepsilon = 0$  i  $\Delta a = 0$ . Wyniki obliczeń zestawiono w tabelicy 4.

Tabela 4

Średnia odchyłka  $\Delta \dot{q}$  strumieni ciepła dla badanego zakresu temperatury.

P <sub>CO<sub>2</sub></sub>	P	Założenie 2		Założenie 3		Założenie 4	
		$\Delta \dot{q}_1$	$\Delta \dot{q}_2$	$\Delta \dot{q}_1$	$\Delta \dot{q}_2$	$\Delta \dot{q}_1$	$\Delta \dot{q}_2$
bar	-	%	%	%	%	%	%
0,1	0,37	2,64	6,22	9,65	24,53	2,59	7,54
	0,44	2,91	6,55	10,38	24,87	3,00	8,20
	0,50	3,13	6,78	11,01	25,20	3,35	8,70
0,16	0,33	3,18	6,78	12,05	26,99	4,72	11,55
	0,38	3,43	7,08	12,37	26,67	4,82	11,37
	0,47	3,81	7,51	12,81	26,10	4,70	11,15
0,2	0,33	3,56	7,21	13,06	27,38	5,59	12,65
	0,41	3,97	7,69	13,25	26,37	5,53	11,98
	0,50	4,42	8,17	13,30	25,05	5,40	11,17

W tabelicy widoczny jest wpływ na wynik obliczeń (wzrost odchyłek) wzrostu zawartości CO<sub>2</sub> jak i H<sub>2</sub>O.

Przytoczone wyniki obliczeń dla tak prostego modelu geometrycznego jak i uproszczonych założeń wskazują na możliwość znacznych różnic w wynikach obliczeń.

Założenia o możliwości pominięcia poprawki  $\Delta \varepsilon$  jak i  $\Delta a$  w obliczeniach nie wydają się być słuszne.

Przedstawione w niniejszym opracowaniu wzory aproksymacyjne pozwalają w sposób dogodny wykonać wymagane obliczenia.

## LITERATURA

- [1] Bierland A.W., Czarusznikow A.I.: Eksperimentalnyje issledowanija tiepłowego izluczenija wodianogo para i jego smiesi s uglekisłym gazom pri wysokich tiempieraturach. Sbornik naucznych trudow. WNTIMT Nr 6. Nagriew materiala i rabota nagriewatielnych pieczej. Swierdłowski 1963.
- [2] Hottel H.C., Sarofim A.F.: Radiative transfer. Mc Graw Hill. New York, 1967.
- [3] Leckner B.: Spectral and total emissivity of water vapour and carbon dioxide. Combustion and Flame 19, 1972.
- [4] Newskij A.O.: Łuczistyj tieploobmien w pieczach i topkach. Izd. Metalurgia, Moskwa 1971.
- [5] Rudnioki Z.: Radjacyjny przepływ ciepła w dwupowierzchniowym układzie zamkniętym przy zastosowaniu modelu pasm szarych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 617, Gliwice 1980.
- [6] Szargut J.: Przepływ ciepła przez promieniowanie w piecu komorowym. Archiwum Hutnictwa nr 2, 1971.
- [7] Szargut J.: Metody numeryczne w obliczeniach cieplnych pieców przemysłowych. Śląsk, Katowice 1977.
- [8] Wandrasz J.: Pasmowy model matematyczny przepływu energii przez promieniowanie w piecu komorowym. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, nr 496, Gliwice 1976.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Henryk Fik

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1982 r.

ВЛИЯНИЕ ПОПРАВКИ УЧИТЫВАЮЩЕЙ НАЛОЖЕНИЕ ПОЛОС ЭМИССИИ (ИЗЛУЧЕНИЯ)  
НА РАСЧЕТЫ ТЕПЛООБМЕНА ИЗЛУЧЕНИЕМ

Р е з ю м е

В настоящей работе указано влияние разных методов расчета поправки учитывающей наложение полос эмиссии на результаты расчетов теплообмена излучением. Для определения эмиссионной способности  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  были использованы аппроксимационные формулы Лекнера [3].

Примерные расчеты проведено для двухповерхностной замкнутой системы заполненной изотермическими газовым телом. Результаты расчетов сравнены с результатами расчетов полученными без учета поправки.

THE INFLUENCE OF THE CORRECTION FACTOR ON CALCULATION  
OF THE RADIAL ENERGY TRANSFER

S u m m a r y

The influence of different ways of calculating the correction factor which includes superposition of emission lines on the results of the calculation of the radial energy transfer is shown in the article. The Leckner's [3] equations are used for calculating the emissivity of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O vapour. Calculations for a two-surface and closed arrangement filled with isothermic gas are carried out. The obtained results are compared to the results obtained without taking into account the correction factor hammer caused by the sudden and simultaneous closure of bolts at the beginning and end of a pipeline.