

Dla gazów gęstych, tzn. gazów pozostających pod wysokim ciśnieniem lub będących w niskich temperaturach, rozmiary cząsteczek stają się porównywalne ze średnią drogą swobodną, a dodatkowo dochodzi do zderzeń więcej niż dwucząsteczkowych. To powoduje, że podane wyżej wzory, opracowane dla gazów rozrzedzonych, dają bardzo duże błędy. Dla takich gazów Slattery zaproponował metodę obliczeń współczynnika dyfuzji opartą na teorii stanów odpowiadających sobie. Przy obliczaniu współczynników dyfuzji konieczna jest znajomość **parametrów krytycznych składników mieszaniny**, z których oblicza się parametry pseudokrytyczne. Dane są one wzorami:

$$P_r = \frac{P}{\sum y_i P_{ci}}, \quad (2.40)$$

$$T_r = \frac{T}{\sum y_i T_{ci}}, \quad (2.41)$$

gdzie:  $P_{ci}$  – ciśnienie krytyczne składnika  $i$ , Pa;  
 $T_{ci}$  – temperatura krytyczna składnika  $i$ , K.

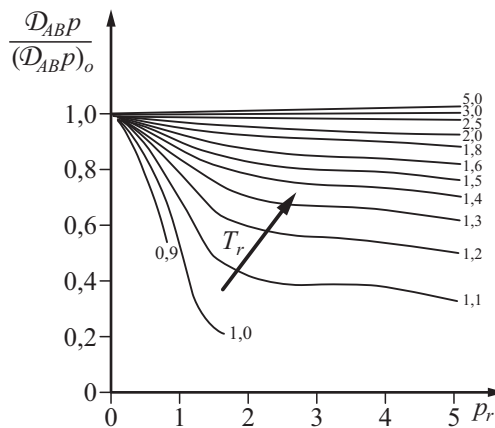
Opierając się na powyższej teorii, Takahashi zaproponował następującą postać równania opisującego w tych warunkach współczynniki dyfuzji

$$\frac{\mathcal{D}_{AB}P}{(\mathcal{D}_{AB}P)_o} = A(1 - BT_r^{-C})(1 - DT_r^{-E}), \quad (2.42)$$

w którym: iloczyn  $(\mathcal{D}_{AB}P)_o$  odnosi się do warunków normalnych, dla których zgodnie z zależnościami (2.38) i (2.39) iloczyn ten nie powinien zależeć od ciśnienia;

$A, B, C, D, E$  to współczynniki zamieszczone w tab. 2.5.

Zależność (2.42) przedstawiono na rys. 2.4.



**Rys. 2.4.** Zależność bezwymiarowego iloczynu współczynnika dyfuzji i ciśnienia w funkcji zredukowanego ciśnienia i temperatury

**Tabela 2.5.** Wartości współczynników  $A, B, C, D, E$  w równaniu (2.42) w zależności od ciśnienia zredukowanego wg Takahashiego

$p_r$	A	B	C	D	E
0,1	1,01	0,038 042	1,522 67	0	–
0,2	1,01	0,067 433	2,167 94	0	–
0,3	1,01	0,098 317	2,429 10	0	–
0,4	1,01	0,137 610	2,776 05	0	–
0,5	1,01	0,175 081	2,982 56	0	–
0,6	1,01	0,216 376	3,113 84	0	–
0,8	1,01	0,314 051	3,502 64	0	–
1,0	1,02	0,385 736	3,077 73	0,141 211	13,454 54
1,2	1,02	0,514 553	3,547 44	0,278 407	14,000 00
1,4	1,02	0,599 184	3,612 16	0,372 683	10,009 00
1,6	1,02	0,557 725	3,418 82	0,504 894	8,575 19
1,8	1,03	0,593 007	3,184 15	0,678 469	10,374 83
2,0	1,03	0,696 001	3,376 60	0,665 702	11,216 74
2,5	1,04	0,790 770	3,279 84	0	–
3	1,05	0,502 100	2,390 31	0,602 907	6,190 43
4	1,06	0,837 452	3,235 13	0	–
5	1,07	0,890 390	3,130 01	0	–

**PRZYKŁAD 2.5**

Należy obliczyć współczynnik dyfuzji dla mieszaniny  $y_A = 0,6$  ułamka molo-  
wego  $\text{NH}_3$  (A) i 0,4 ułamka azotu (B) w temperaturze 400 K i pod ciśnieniem  
 $200 \cdot 10^5$  Pa. Parametry krytyczne  $\text{NH}_3$  wynoszą  $p_{cA} = 11,298 \cdot 10^6$  Pa,  $T_{cA} = 405,6$  K,  
a azotu  $p_{cB} = 3,395 \cdot 10^6$  Pa,  $T_{cB} = 126,2$  K. Współczynnik dyfuzji amoniaku  
w azocie w temperaturze 400 K i pod ciśnieniem  $p = 1,013 \cdot 10^5$  Pa wynosi  
 $(D_{AB})_o = 3,73 \cdot 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s.

**ROZWIĄZANIE**

Współczynnik dyfuzji pod ciśnieniem  $p = 200 \cdot 10^5$  Pa można obliczyć z zależ-  
ności (2.42)

$$\frac{D_{AB} p}{(D_{AB} p)_o} = \Phi, \quad (2.43)$$

gdzie  $\Phi = A(1 - BT_r^{-C})(1 - DT_r^{-E})$  jest funkcją ciśnienia zredukowanego miesza-  
niny. Parametry zredukowane mieszaniny wynoszą:

$$T_r = \frac{T}{y_A T_{cA} + y_B T_{cB}} = \frac{400}{0,6 \cdot 405,6 + 0,4 \cdot 126,2} = 1,36,$$

$$p_r = \frac{p}{y_A p_{cA} + y_B p_{cB}} = \frac{200 \cdot 10^5}{0,6 \cdot 11,298 \cdot 10^6 + 0,4 \cdot 3,395 \cdot 10^6} = 2,46.$$