

SIXILMIŞ QAZLARIN VƏ MAYELƏRİN İSTİLİKKEÇİRMƏSİNİN TERMİKİ TƏZYİQDƏN ASILILIĞININ NƏZƏRİ TƏDQIQI

C.Y. NAZİYEV

Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası
Bakı Az. 1007, Azadlıq pr.20.

Məqalədə maye və qazlar üçün molekulyar – kinetik nəzəriyyə əsasında istilikkeçirmənin termiki təzyiqdən asılılığı baxılır və bundan ötrü hesabət tənliyi çıxarılır.

Təcrübə yolu ilə istilik-fiziki xassələrin öyrənilməsi əlbəttə ən etibarlı üsuldur. Lakin bu həmişə mümkün olmur. Bunun üçün zəngin texniki baza və kifayət qəder maliyyə vəsaiti olmalıdır. Bu səbəbdən maye və qazların xassələrinin oxşarlıq metodu ilə hesablanması, onların proqnozlaşdırılması, nəzəri və yarımnezəri yolla təyin edilməsinin xüsusi əhəmiyyəti var.

Xüsusən sıxılmış qazlar və mayelərin istilikkeçirməsinin təzyiqdən asılılığını verən tənliyin alınması maraqlıdır [1].

Mayelərin nəzəriyyəsi qaz və bərk kristal maddələrin nəzəriyyəsinə nisbətən az inkişaf etmişdir. Bu səbəbdən onların köçürmə xassələrini öyrəndikdə müəyyən yaxınlaşma metodlarından istifadə edilir: bərk maddə və maye quruluşlarının oxşarlığından; statistik mexanikanın dürüst metodlarından və s. [2-4]. Bizi maraqlandıran maye nəzəriyyəsinə baxaq.

Kinetik nəzəriyyəyə aid olan Enskoq metodunda diametri d olan bərk sferik molekulaların yalnız cüt toqquşmaları baxılır və onların ölçülərinin son qiyməti qəbul edilir. Bu baxımdan Enskoq [5-6] sıxılmış qazın istilikkeçirməsini hesablamak üçün belə ifadə alır:

$$\lambda = \lambda^0 b \rho \left(\frac{1}{b \rho \xi} + \frac{6}{5} + 0,7574 b \rho \xi \right). \quad (1)$$

Bir molekulun o biri molekul yanında olmasının ehtimalını səciyyələndirən əmsal ξ belə tapılır

$$\rho = k \frac{NT}{v} (1 + b \rho \xi), \quad (2)$$

$$b \rho = \frac{2}{3} \pi \frac{N}{v} d^3, \quad (3)$$

$$kN = R, \quad (4)$$

burada N – 1q. qazda molekulaların sayı; k – Bolsman sabiti; v – xüsusi həcm, b – 1q. qazda molekulaların dörd qat həcmi; R – qaz sabiti; ρ – sıxlıqdır.

Seyrəkləşdirilmiş qaz üçün

$$\lambda^0 = \frac{1981,1(T/M)^{0,5}}{d^2 \cdot \Omega^{(2,2)} \cdot T^*}, \quad (5)$$

haradakı $T^* = kT/\varepsilon$ – gətirilmiş temperatur; $\Omega^{(2,2)}$ – toqquşma inteqralı; M – molekulyar kütlə; ε – potensial enerjinin minimum qiymətidir.

(1) tənliyinin dəqiqliyini artırmaq üçün sonralar təzyiq p əvəzinə (2) ifadəsində termiki təzyiq $P_t = T(\partial P / \partial T)_\rho$ işlədilmişdir [3,6]. Deməli

$$P_t = P + \alpha \rho^2 = \frac{R_\mu T \rho}{M} (1 + b \rho \xi), \quad (6)$$

burada R_μ – universal qaz sabitidir.

Yüksək temperaturlu qazlardan ötrü Enskoq tənliyində $b = b(T)$ korrelyasiya götürülməsi əhəmiyyətlidir. Bununla belə (1) tənliyi alçaq temperaturlu mayelər üçün xəta verir.

Qeyd etmək lazımdır ki, Enskoq tənliyi sıxılmış qazlar və mayelər üçün istilikkeçirmənin təzyiq və temperaturdan asılılığını keyfiyyətə düzgün göstərir. Bu bizə əsas verir ki, Enskoq tənliyi bazasında daha dəqiq olan və praktiki əhəmiyyət daşıyan yeni tənlik alaçaq.

(1) tənliyində $b \rho \xi$ kompleks kəmiyyəti (6) ifadəsindən təyin etmək məqsədeuyğundur:

$$1 + b \rho \xi = \frac{M}{R_\mu \rho} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho \quad (6a)$$

Bu qiyməti (1) tənliyində yerinə yazsaq alarıq

$$\lambda = \lambda^0 \frac{1 + 0,4426 b \rho \xi}{\xi} + 0,7574 \frac{M b}{R_\mu} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho \lambda^0. \quad (7)$$

Molekulyar – kinetik nəzəriyyəyə görə seyrekləşmiş qazlar üçün

$$\lambda^0 = \varepsilon \gamma \bar{c} I C, \quad (8)$$

harada ki, γ – özlülük üçün sabit, \bar{c} – molekulun orta sürəti, I – molekulun orta qaçış uzunluğu, C_v – izoxor istilik tutumu, ε – əmsaldır (Eyken əmsalı). Burada sabit $\varepsilon \gamma = E$ temperaturdan asılı olacaq.

Bildiyimiz kimi

SIXILMIŞ QAZLARIN VƏ MAYELƏRİN İSTİLİKKEÇİRMƏSİNİN TERMİKİ TƏZYİQDƏN ASILILIĞININ NƏZƏRİ TƏDQIQI

$$l = \frac{3v}{4\pi Nd_t^2}; \quad b = \frac{4}{3}\pi \frac{N}{2} d_{p,t}^3.$$

Onda

$$\lambda^0 b = \frac{E}{2} \bar{c} C_v D_p d_{p,t} \quad (9)$$

burada d_t – temperaturdan asılılığı nəzərə alan molekulu diametri; $d_{p,t}$ – həm temperatur, həm də təzyiğin təsirini nəzərə alan molekulu diametridir:

$$d_{p,t}^2 = D_p d_t^2.$$

(9) ifadəsini və $\bar{c} = \sqrt{3R_\mu T / M}$ - i nəzərə alsaq (7) tənliyindən yazıla bilər

$$\lambda = 0,7574 \sqrt{\frac{3MT}{4R_\mu}} EC_v D_p d_{p,t} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho + \lambda^0 \frac{1+0,4426b\rho\xi}{\xi} \quad (10)$$

Qəbul etsək ki,

$$A_\lambda = 0,7574 \sqrt{\frac{3MT}{4R_\mu}} EC_v D_p d_{p,t},$$

olar. Burada $A_\lambda = f(P, T)$ və ya $A_\lambda = f(\rho)$.

Hesablama göstərir ki, A_λ -nin sıxlıqdan asılılığı çox zəifdir və məhdud sıxlıq intervalında onu sabit qəbul etmək olar. (11) ifadəsində əmsal ξ çox böyük olmayan sıxlıqlarda belə şəkil ola bilər:

onda

$$\lambda = A_\lambda \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho + \lambda^0 \frac{1+0,4426b\rho\xi}{\xi} \quad (11)$$

$$\xi = 1 + 0,645b\rho + 0,287b^2\rho^2 + \dots \quad (12)$$

Bu qiyməti (11)-də yerinə yazsaq alarıq:

$$\lambda = \lambda^0 \frac{1+0,4426b\rho+0,2855b^2\rho^2+\dots}{1+0,645b\rho+0,287b^2\rho^2+\dots} + A_\lambda \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho. \quad (13)$$

Aşağı sıxlıqlarda (13) ifadəsi belə forma alır:

$$\lambda = \lambda^0 + A_\lambda \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho \quad (14)$$

(17) – yə uyğun olaraq (15) ifadəsini belə yazmaq əlverişlidir

$$\beta_\lambda = 1 + \varphi \left[\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho \right]. \quad (18)$$

çünki $\lim_{\rho \rightarrow 0} \beta_\lambda = 1$, burada

$$\beta_\lambda = \frac{1+0,4426b\rho+\dots}{1+0,645b\rho+\dots} \quad (15)$$

Onda (16) tənliyinə aşağıdakı şəkili vermək olar

$$\lambda = \lambda^0 = a_\lambda \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho^n, \quad (19)$$

Onda ümumi şəkildə yazıla bilər

$$\lambda = \beta_\lambda \lambda^0 + A_\lambda \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho, \quad (16)$$

haradakı $a_\lambda = f(\rho)$ və $n = f(\rho)$ funksiyaları ρ -dan zəif asılıdırlar. Geniş olmayan sıxlıqlar intervallarında onları sabit qəbul etmək mümkündür.

Termodinamik funksiyaları termiki təzyiqlə ifadə etsək $P_t = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho$ alarıq

yüksək təzyiqlərdə $\beta_\lambda = f(\rho)$ olmalıdır. Belə çıxır ki, böyük təzyiqlərdə β_λ - nin sıxlıqdan asılılığını götürməliyik və

deməli $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho = f(\rho)$ olduğundan

$$\lambda - \lambda^0 = a_\lambda \left(\frac{P_t}{T} \right)^n \quad (20)$$

$$\beta_\lambda = f \left[\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_\rho \right] \quad (17)$$

Termiki təzyiqlə molekulu istilik hərəkətilə yaranır. Termiki təzyiqlə təyin etmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə etmək əlverişlidir

alınar.

$$P_t = -T \left[\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_\rho \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \right] \quad (21) \quad \lambda - \lambda^0 = 1,23 \cdot 10^{-5} \left(\frac{\partial \pi}{\partial \tau} \right)_\omega^{7/8}, \quad \frac{\text{kal}}{\text{sm} \cdot \text{san} \cdot \text{dər}}, \quad (23)$$

Bu təzyiqi real qazların hal tənliklərindən hesabla-
maq olar. Məsələn Van-der-Vaalsın hal tənliyindən alınır:

$$P_t = P + a\rho^2. \quad (22)$$

(19) asılılığından izafi istilikkeçirməni $(\lambda - \lambda^0)$ hesablamaq olar. Mizik və Todos [7] (19) tənliyini metanın istilikkeçirməsinə tətbiq etmiş və yaxşı nəticə almışdır.

Onlar metan üçün gətirilmiş parametrlərdə belə asılılıq almışlar

tənlik $\left(\frac{\partial \pi}{\partial \tau} \right)_\omega \geq 1,00$ hallar üçün alınır.

Burada π , τ , ω - uyğun olaraq gətirilmiş təzyiq, temperatur və sıxlıqdır: $\pi = p/p_k$, $\tau = T/T_k$, $\omega = \rho/\rho_k$.

Qeyd etmək lazımdır ki, Mizik və Todos (19) tənliyini empirik formada istifadə etmişlər.

(23) tənliyi loqarifmik koordinat sistemində düz xətt verir və ona görə α_λ və n sabitlərinin tapılması asanlaşır.

[6] işdə propilenin istilikkeçirməsinin tənliyi verilib. Burada bir-birindən az fərqlənən iki ayrı-ayrı tənlik alınır:

$$\lambda - \lambda^0 = 3,35 \cdot 10^{-2} \left(\frac{P_t}{T} \right)^{0,995}, \quad \frac{V_t}{m \cdot k}, \frac{P_t}{T} < 0,302 - \text{də} \quad (24)$$

və

$$\lambda - \lambda^0 = 2,88 \cdot 10^{-2} \left(\frac{P_t}{T} \right)^{0,857}, \quad \frac{P_t^\uparrow}{T} > 0,302 - \text{də} \quad (25)$$

Beləliklə istilikkeçirmənin termiki təzyiqdən asılılığını verən (19) tənliyi praktiki işlənmək üçün çox əlverişlidir.

- | | |
|--|---|
| [1] L.P. Filippov. O sostoëni i zadaçax issledovaniy teploprovodnosti qazov i jidkostey V kn. «Teplofiziceskiye svoystva veşestv i materialov» M.: İzd. Standartov. 1978, vip.13, s.77-86. | [5] S. Çepmen, T. Koulinq. Matematičeskæ teoriæ neodnorodnix qazov. M.: İL. 1960, 510s. |
| [2] D. Qirşfelğder, İ. Kertiss, R. Berd. Molekulærnae teoriæ qazov i cidkostey. M.: İL. 1961, 934s. | [6] Ə.M. Naziev. İssledovanie teploprovodnosti uqlevodorodov pri visokix davleniæ i nekotorie osobnosti metodov ee izmereniæ. Avtoref.diss. ...dokt.texn.nauk. M.: GNİN. 1970, 52s. |
| [3] K. Krokston. Fizike cidkoqo sostoëniæ. Statistiçeskoye vvedenie. M.: Mir. 1978, 400s. | [7] D. Mistic, G. Thodos. Physica. 1966. vol.32, №5. |
| [4] Fizika prostix jidkostey: Statistiçeskaya teoriya. Pod red. Q.Temperli, Dc.Roulinsona, Dc. Raşbruka. M.: 1971, 308s. | |

J.Y. Naziyev

THEORETICAL RESEARCH OF THE DEPENDENCE OF THERMAL CONDUCTIVITY OF COMPRESSED GASES AND LIQUIDS ON THERMAL PRESSURE

On the base of molecular – kinetic theory of compressed gases the dependence of excessive thermal conductivity on thermal pressure is considered in this paper. Theoretical equation for calculation of thermal conductivity at high pressures is obtained.

Дж.Я. Назиев

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СЖАТЫХ ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ ОТ ТЕРМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

На основе молекулярно – кинетической теории сжатых газов в статье рассматривается зависимость избыточной теплопроводности от термического давления. Получено теоретическое уравнение для вычисления теплопроводности при высоких давлениях.

Received: 16.06.05