

(11) Patent numeris: **3994**

(51) Int. Cl.⁵: **G01N 29/00**

(21) Paraiškos numeris: **IP2029**

(22) Paraiškos padavimo data: **1994 08 12**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1996 02 26**

(45) Patent paskelbimo data: **1996 06 25**

(72) Išradėjas:

Vladimir N. Belonenko, RU

(73) Patent savininkas:

Aktsionernoe Obschestvo Zakrytogo Tipa "Biotekhninvest", Chernomorsky bulvar 18-32, Moscow, RU

(74) Patentinis patikėtinis:

Reda Žabolienė, 7, UAB "Metida", Pilies g. 8/1-2, 2600 MTP Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Izoterminio suspaudžiamumo ir temperatūrinio išsiplėtimo koeficientų nustatymo būdas

(57) Referatas:

Izoterminio suspaudžiamumo ir temperatūrinio išsiplėtimo koeficientų nustatymo būdas panaudojamas šiluminėje technikoje skysčių ir dujų fizikinių savybių nustatymui. Tyrinėjamoje terpėje sužadinami ultragarsiniai virpesiai, išmatuojamas slėgio ir temperatūros pokytis, bangos ilgis ir/arba virpesių dažnis. Izoterminio suspaudžiamumo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\beta_T = 1/\lambda (\partial\lambda/\partial P) T,$$

kur β_T - izoterminio suspaudžiamumo koeficientas,

λ - bangos ilgis,

P - slėgis,

T - temperatūra.

Papildomai nustatomas šiluminio išsiplėtimo koeficientas pagal formulę:

$$\alpha = 1/\lambda (\partial\lambda/\partial T) P.$$

Išradimas priskiriamas šiluminei technikai ir jame aprašomi skysčių ir dujų fizikinių savybių nustatymo būdai, kurie gali būti betarpiškai pritaikyti izoterminio suspaudžiamumo ir temperatūrinio išsiplėtimo koeficientų apskaičiavimui pagal jų izobarinio ir izochorinio šilumos imlumo reikšmes.

Žinomas skysčio suspaudžiamumo nustatymo būdas (Hayward A.T.J. - Brit.J.Appl.Phys., 1967.V.18, p.p. 975-977), numatantis dujų arba skysčio tūrio suspaudimą aukšto slėgimo inde, esant pastoviai temperatūrai T , tūrio V reikšmių apskaičiavimą, kintant slėgimui P , ir sekantinio suspaudžiamumo nustatymą pagal lygtį:

$$\beta = - \frac{1}{V_0} \frac{\Delta V}{\Delta P},$$

kur V_0 - tūris, esant pradiniam slėgimui P_0 .

Jo trūkumai - žemas tikslumas ir tai, kad suspaudžiamumas, apskaičiuotas šiuo būdu, negali būti pritaikytas termodinamikoje, kadangi suspaudžiamumo koeficientas, turintis konkrečią fizikinę prasmę, apskaičiuojamas taip:

$$\beta_T = - \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T.$$

Be to, būdas pasižymi nepatenkinamu rezultatų palyginamumu, kadangi β reikšmės priklauso nuo slėgimo kitimo (ΔP) ir tūrio kitimo (ΔV) intervalų pasirinkimo.

Artimiausias išradimui yra tangentinio suspaudžiamumo nustatymo būdas (ISO 6073-1980 (E) Hydraulic fluid power - Petroleum fluids - Prediction of bulk module), kurio metu dujų arba skysčio tūris suspaudžiamas aukšto slėgimo inde, esant pastoviai temperatūrai, ir apskaičiuojamas sekantinis suspaudžiamumas, kuris po to perskaiciuojamas į tangentinį

suspaudžiamumą, panaudojant empirinius koeficientus arba nomogramas, sustatytas pagal minėtus paskaičiavimus. Šiam būdai būdingi tokie pat trūkumai, kaip ir ankstesniajam - žemas tikslumas, nepatenkinamas rezultatų palyginamumas, sunkus skirtingų skysčių, dujų duomenų palyginimas.

Išvardinti trūkumai išlieka ir tuomet, kuomet šie būdai naudojami temperatūrinio išsiplėtimo koeficiento nustatymui, kadangi jiems būdinga ta pati pagrindinė operacija - tūrio kitimo intervalų nustatymas, kintant temperatūrai ir slėgimui.

Šio išradimo tikslas - padidinti izoterminio suspaudžiamumo ir temperatūrinio išsiplėtimo koeficientų nustatymo tikslumą.

Šis uždavinys išsprendžiamas tuo, kad terpėje, kurioje būtina nustatyti izoterminio suspaudžiamumo ir temperatūrinio išsiplėtimo koeficientus, sužadinami virpesiai ir nustatomas bangos ilgis arba virpesių dažnumas, o koeficientai apskaičiuojami pagal formules:

$$\beta_T = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial p} \right)_T \quad \text{ir} \quad a = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial T} \right)_p$$

kur β_T - izoterminio suspaudžiamumo koeficientas,

a - temperatūrinio išsiplėtimo koeficientas,

λ - terpėje spinduliuojamos bangos ilgis,

p - slėgis,

T - temperatūra.

Virpesiai gali būti sužadinami ultragarsu, o išvestinės

$$\frac{\partial \lambda}{\partial T} \quad \text{ir} \quad \frac{\partial \lambda}{\partial p}$$

nustatomos skaitmeniniu diferencijavimu.

Būdas gali būti įgyvendintas fig.1 pavaizduotu įtaisu.

Korpusas 1 per kiaurymę 2 užpildomas tiriamuoju skysčiu

3, pavyzdžiui, vandeniui, ir izoliuojamas nuo išorės elastinga pertvara 4 (tai nėra būtina, jei tiriamasis skystis yra vienu metu ir perduodantysis slėgimą), ir patalpinamas į neparodytą indą, kuriame keičiamas slėgimas ir temperatūra. Tuomet į elektrodus 5, 6, sumontuotus pjezokristalo 7 paviršiuje, perduodama 5 - 10 MHz dažnumo kintama įtampa, kuri pjezoefekto dėka transformuojama į ultragarsinę bangą, praeinančią per skystį priimančio pjezokristalo 8 kryptimi, ir kurios poveikis kristalui vėl transformuojamas į kintamą įtampą, nuimamą nuo elektrodų 9, 10. Signalai registruojami, apdorojami ir analizuojami kontrolinės-matavimų aparatūros bloku (neparodytu).

Ultragarso greitis C terpėje, užpildančioje akustinių skyrių, kurį sudaro korpusas ir kristalai 7, 8, (šiuo atveju atliekantys rezonatoriaus funkciją), priklausantis nuo nutojo rezonansinio piko dažnumo f_n , apskaičiuojamas sekančiais:

$$C = 2h \frac{f_n}{h} \quad (1)$$

kur h - atstumas tarp kristalų. Ultragarso sugėrimas nustatomas reiškiniu:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta f_n}{f_n} \quad (2)$$

kur Δf_n - rezonancinio piko plotis,
 $\pi = 3,14...$

Bangos ilgis apskaičiuojamas iš reiškinių (1) arba (2), turint omenyje, kad

$$\lambda = C/f$$

Po to keičiamas slėgimas P , esant pastoviai temperatūrai T , ir temperatūra, esant pastoviam slėgimui, ir

nustatomos bangų ilgio reikšmės λ , esant skirtingiems P ir T .

Turint šias reikšmes, apskaičiuojamas izoterminio suspaudžiamumo koeficientas:

$$\beta_T = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial P} \right)_T$$

ir temperatūrinio išsiplėtimo koeficientas:

$$\alpha = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial T} \right)_P$$

Išvestinės $\frac{\partial \lambda}{\partial T}$ ir $\frac{\partial \lambda}{\partial P}$ apskaičiuojamos, pavyzdžiui, skaitmeniniu diferencijavimu kompiuterio, įmontuoto į kontrolinės-matavimų aparatūros bloką ir esančio grįžtamojo ryšio su neparodytais elektroninės blokschemos elementais sistemoje, pagalba.

Tikslumo padidinimui matavimai atliekami dviejuose arba daugiau matavimų skyriuose su tiriamuoju skysčiu, kurie ištiriami, pavyzdžiui, per komutatorių vienu ir tuo pačiu kontrolinės-matavimų aparatūros bloku. Skyriai gali būti padaryti viename korpuse ir atskirti dvejais pjezokristalais 7, 8. Vieną skyrių galima panaudoti slėgimo davikliu, kitą - temperatūros, o likusieji, kurių kiekis nustatomas matavimų tikslais ir sąlygomis, užpildomi tyrinėjamu skysčiu (skysčiais).

Šiuo būdu žymiai tiksliau nustatomi izoterminio suspaudžiamumo ir temperatūrinio išsiplėtimo koeficientai, kadangi aprašytuoju rezonatoriniu įtaisu nustatomas ultragarso greitis $\sim 1,5 \cdot 10^{-4}\%$, virpesių dažnumas $\sim 10^{-5}\%$, slėgimas $\sim 0,01$ MPa ir temperatūra $\sim 10^{-2} \div 10^{-3}^\circ\text{C}$ tikslumu.

Be to, šiuo būdu, atliekant tas pačias operacijas ir naudojant tuos pačius įtaisus, galima nustatyti adiabatinių suspaudžiamumą. Turint izoterminio ir adiabatinio suspaudžiamumo reikšmes, apskaičiuojamas šiluminių imlumų santykis:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\beta_T}{\beta_S}$$

kur - C_p izobarinis šiluminis imlumas,

- C_v izochorinis šiluminis imlumas.

Žinant temperatūrinio išsiplėtimo koeficientą, apskaičiuotą šiuo būdu, galima atskirai apskaičiuoti C_p ir C_v :

$$C_v = \frac{a^2 T}{\rho \beta_T (\gamma - 1)}; \quad C_p = \frac{a^2 T}{\rho \beta_S (\gamma - 1)}$$

Anksčiau šių apskaičiavimų tikslumas siekdavo 40% ir mažiau, kadangi koeficientai a ir β_T būdavo apskaičiuojami netiksliai arba neapskaičiuojami visai.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Izoterminio suspaudžiamumo koeficiento nustatymo būdas, kurį sudaro tyrinėjamos terpės slėgimo ir temperatūros kitimas, šių dydžių išmatavimas ir koeficiento nustatymas iš lygties, besiskiriantis tuo, kad tyrinėjamoje terpėje sužadina virpesius, nustato bangos ilgį ir/arba virpesių dažnumą, o izoterminio suspaudžiamumo koeficientą apskaičiuoja iš reiškinių:

$$\beta_T = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial P} \right)_T,$$

kur β_T - izoterminio suspaudžiamumo koeficientas,

λ - bangos ilgis,

P - slėgimas,

T - temperatūra,

papildomai apskaičiuoja temperatūrinio išsiplėtimo koeficientą :

$$\alpha = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial T} \right)_P.$$

2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad terpėje sužadina ultragarsinius virpesius.

