

KALIBRACIJA IONIZACIJSKIH MERILNIKOV NA IEVT

Bojan Povh, Janez Šetina*, Bojan Jenko, Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko, Teslova 30, 61111 Ljubljana, *Iskra Elektrooptika, Stegne 7, 61210 Ljubljana

Calibration of ionization gauges at IEVT

ABSTRACT

Primary vacuum calibration system at the Institute for Electronics and Vacuum Technique - IEVT was built several years ago. It was designed for calibration of vacuum gauges from atmospheric pressure down to 10^{-5} Pa and is mainly used for primary calibration of ionization gauges manufactured at IEVT. The pressure generation in the calibration system in the range from 10^{-1} to 10^{-3} Pa by dynamic expansion method is described.

POVZETEK

Primarni vakuumski kalibracijski sistem je bil zgrajen pred leti na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko za umerjanje vakuumskih merilnikov od atmosferskega tlaka do 10^{-5} Pa. Uporablja se predvsem za primarno kalibracijo ionizacijskih vakuumskih merilnikov, izdelanih na IEVT. Opisan je postopek vzpostavljanja tlaka v kalibracijskem sistemu v področju od 10^{-1} do 10^{-3} Pa z uporabo metode dinamične ekspanzije.

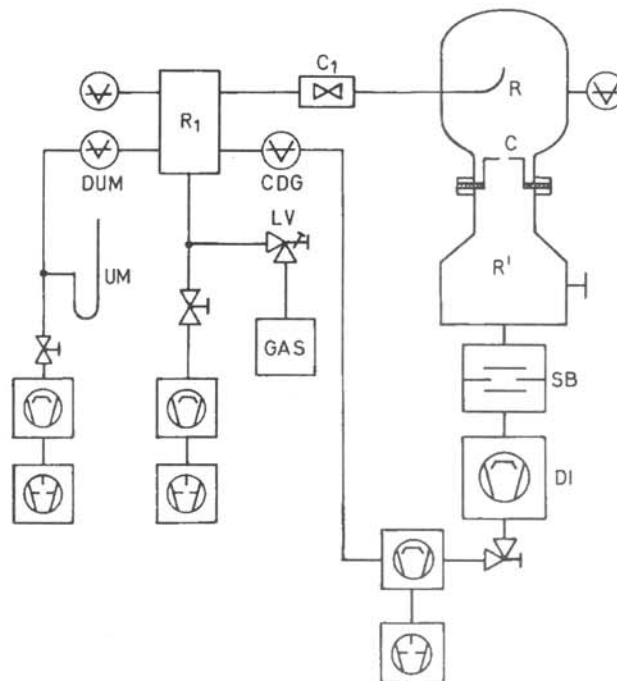
1 Uvod

Tudi pri nas se občasno kaže potreba po umerjanju vakuumskih merilnikov. Za to je še najbolj zainteresiran (oz. se je čutil poklicanega) IEVT, ki uporablja te merilnike pri raziskavah in tehnologijah, razen tega pa tudi sam izdeluje nekatere merilnike za prodajo. Ker na tem področju ni bilo pri nas nikakršne metrološke urejenosti, smo proti koncu 70. let zasnovali in zgradili kalibracijski sistem, s katerim naj bi zajeli vse področje od atmosferskega tlaka do 10^{-5} Pa. Še najbolj smo se potrudili s tistim delom sistema, ki je namenjen za generiranje znanih tlakov v visokovakuumskega področja po metodi plinskega pretoka. To je aktualno za ionizacijske merilnike, ki jih v zadnjem času potrebujemo npr. za merjenje karakteristik drugih vakuumskih komponent. Zato smo sistem aktivirali, ponovno preverili njegove ključne parametre in ocenili doseženo točnost.

2 Vakuumski kalibracijski sistem

Ves sistem je dokaj kompleksen in ga tu v podrobnostih ne bomo opisovali. O tem smo namreč že pred časom poročali na nekaterih vakuumskih simpozijih /1,2,3,4/, po drugi strani pa delo še ni končano.

Kot je razvidno na poenostavljeni shemi na sl. 1, gre v osnovi za dva podsistema, ki imata vsak svoj črpalni sistem z rotacijskimi in difuzijskimi črpalniki ter ventili. Prvi ima manjšo valjasto komoro R_1 prostornine okrog 3 l in je namenjen za kalibracijo merilnikov v področju grobega in srednjega vakuuma ali kot rezervoar plina pri redukciji tlaka s stacionarnim pretokom. Drugi ima večji recipient R s približno obliko krogle, s prostornino okrog 15 l, in je namenjen za kalibracijo v področju visokega vakuuma.



Slika 1. Shematsko prikazan vakuumski kalibracijski sistem

Plin vpuščamo v R_1 skozi kovinski dozirni ventil LV in tam vzpostavljamo praviloma statične kalibracijske tlake, ki jih merimo s kapacitetnim membranskim merilnikom (capacitance diaphragm gauge - CDG) kot sekundarnim standardom (Baratron 170 M). Ta ima dve diferencialni merilni glavi z območjem do 1,33 hPa oz. do 1333 hPa. Le višjetlačno glavo lahko absolutno kontroliramo z živosrebrnim U-manometrom širokega preseka (UM na sliki). Nedavno smo to storili in ugotovili ujemanje, boljše kot na 0,5%. V principu lahko uporabimo za področje pod 133 hPa tudi diferencialni živosrebrni U-manometer z mikrometrskim vijakom (DUM).

Oba omenjena manometra sta povezana s tretjim vakuumskim sistemom, ki je pritrjen na steno. V DUM živo srebro zaradi konstrukcijskih pomanjkljivosti žal ne ostane dolgo čisto, zato ga zadnja leta ne uporabljamo. Potrebovali bi hermetično zaprto napravo, kot je npr. ultrazvočni interferometrični manometer /5/. V načrtu smo imeli še izdelavo prav posebnega kompresijskega manometra, ki ga pa zaradi zahtevnosti nismo realizirali. Namesto tega smo skušali nizkotlačno glavo CDG preverjati po metodi statične ekspanzije iz majhnega znanega volumna pri glavi CDG, ki se da ločiti od R_1 . Vendar ta metoda še ni dovolj dodelana, negotovost generiranega tlaka v R_1 je znatno prevelika. Zato lahko trdimo, da moremo za zdaj primerno *in situ* kontrolirati le visokotlačno glavo.

Glavni podsistem se začneja z recipientom R, ki ima na valjastem ekvatorialnem delu stranske priključke za ionizacijske merilnike. V R vzpostavimo stalen pretok Q kalibracijskega plina v molekularnem področju. V vod od R₁ do R je vstavljen porozen čep z izmerjeno prevodnostjo C₁. Velikost Q nastavimo z izbiro tlaka p₁ v R₁. Dotok je usmerjen v kroglasti strop komore, kar je prvi od pogojev za doseg zadostne izotropnosti molekularnega fluksa v kalibracijskem recipientu.

R črpamo skozi odprtino C, nameščeno na spodnji strani na vstopu v kratko izhodno cev premera blizu 150 mm. Cev se nato razširi v pomožni recipient R' z notranjim premerom 250 mm. Med njim in veliko difuzijsko črpalko DI (z oljem DC 705) je še lovilnik (shell baffle - SB) enakega imenskega premera, tako da je spodnji volumen vsaj tako velik kot tisti, ki ga ima R. Črpalka ima nominalno črpalno hitrost 3000 l/s.

3 Porozni čep in njegova prevodnost

Palčke iz sintrane zmesi zrnca silicijevega karbida in kaolina, s trgovsko oznako Metrosil, smo dobili iz Anglije. Za njihovo rabo v take namene obstajajo dobre reference v literaturi. Vtalili smo jih v cevke iz trdega stekla. Tak čep smo vgradili v vod med R₁ in R že pred leti. Njegovo prevodnost C₁ merimo na osnovi upadanja tlaka v nekem manjšem zaprtem volumnu V₀ (del sistema med glavo CDG, čepom in ventilčki, ki ni posebej prikazan na shemi sl. 1), iz katerega izteka plin skozi čep. Tlak merimo z višjetlačno glavo merilnika CDG. Časovna konstanta upadanja je ravno V₀/C₁ in iz dveh merskih točk, oddaljenih za čas Δt, dobimo

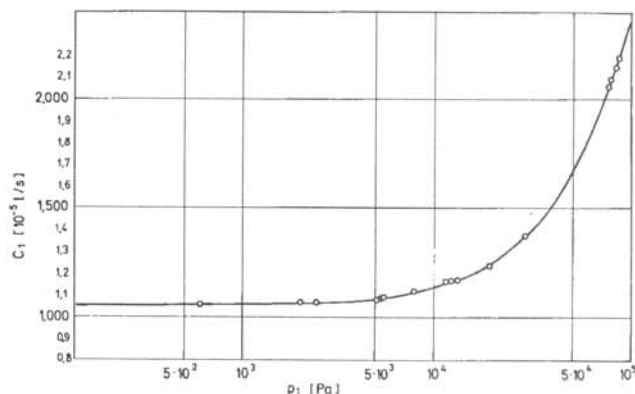
$$C_1 = -V_0 \frac{\Delta(\ln p)}{\Delta t} \quad (1)$$

Za sprejemljivo natančnost morata biti točki dovolj narazen, toda pri višjih p mora biti Δp < p, da lahko spremljamo odstopanje od molekularnega režima prepuščanja. V₀ smo določili z ekspanzijo plina iz bučke, katere volumen smo določili gravimetrično, upoštevali pa smo tudi vpliv ventilčka. Ker je za uravnoteženje po ekspanziji potrebno nekaj časa, plin pa začne že takoj odtekati skozi čep, moramo ekstrapolirati linearni potek p(t) do začetnega časa odprtja ventila. Po času t reda 100 s je pri časovni konstanti reda 15000 s eksponencialni potek p(t) še dobro linearen (odstopanje od linearosti je pod 23 ppm). Dobili smo V₀ = 165,08 cm³ ± 0,8%.

Meritev v letu 1979, takoj po vgraditvi čepa, je dala C₁ = 1,103 · 10⁻⁵ l/s ± 2,5% za argon, kar bi pomenilo po množenju s korenem razmerja molekularnih mas okrog 1,3 · 10⁻⁵ l/s za zrak. Leta 1984 smo naredili orientacijsko kontrolno meritev z zrakom in dobili 1,05 · 10⁻⁵ l/s, torej se je moral čep nekoliko zamašiti (zaradi selitve sistema, adsorpcije par ali staranja?). Natančnejša meritev konec leta 1991 pri (22,5 ± 0,5) °C s sušenim zrakom je dala pri tlakih pred čepom pod 10 hPa konstantno vrednost C₁ = 1,055 · 10⁻⁵ l/s ± 1,3%. Lahko torej ugotovimo, da se prevodnost čepa za

sušeni zrak v obdobju 7 let, ko je bil čep praviloma hermetično zaprt na mestu vgradnje, praktično ni spremenila.

Proti višjim tlakom prevodnost čepa postopno narašča zaradi odstopanja od strogo molekularnega pretoka, kar prikazuje diagram na sliki 2. Pri višjih p₁ bi torej lahko uporabljali čep kot merilo za dotok le pogojno, ob upoštevanju pripadajoče vrednosti C₁.



Slika 2. Prevodnost čepa v odvisnosti od tlaka

Temperaturno odvisnost za tovrstne čepa, vtaljene v cevke iz stekla pyrex, najdemo v literaturi /6/. Po eni strani mora molekularna prevodnost naraščati kot funkcija \sqrt{T} , po drugi pa se zrnca z rastočim T bolj raztezajo kot pyrex in se zato pore med njimi ožijo. Kombinacija obeh vplivov pripelje do tega, da je temperaturni koeficient prevodnosti v okolici 300 K (področje sobne temperature) negativen. Iz podatkov smo izluščili, da v tej okolici povzroči vsaka stopinja zvišanja temperature čepa zmanjšanje njegove prevodnosti za 0,14%. Pri uporabi čepa za umerjanje ionizacijskih merilnikov mora biti v pogonu tudi velika difuzijska črpalka, zato se čep segreje nekoliko bolj kot pri meritvi njegove prevodnosti; vpliva pa tudi od letnega časa odvisna sobna temperatura. Temperatura čepa merimo kar s živosrebrnim termometrom, pritrjenim na prirobnico, s katero je čep vgrajen.

Pri uporabi čepa kot vira znanega dotoka Q iz R₁ s tlakom p₁ v R z veliko nižjim tlakom p velja enačba:

$$Q = C_1 p_1 \quad (2)$$

kajti p je zanemarljiv proti p₁. Če se temperatura T_C kalibracijskega recipienta z odprtino znatno razlikuje od temperature čepa T_Q, se efektivna vrednost pretoka v pV-enotah v komori spremenijo za faktor T_C/T_Q glede na prvotno po enačbi (2). Netočno poznavanje teh temperatur seveda ustrezno poveča merilno negotovost, zlasti če komoro segrevajo npr. merilniki.

4 Odprtina in njena prevodnost

Krožna odprtina - zaslonka, ki je zdaj vstavljena, je narejena v 2,3 mm debeli plošči iz nerjavnega jekla, ki je na spodnji strani stožčasto posneta pod kotom 70° od osi, ostrina pa je, za boljše definiranje premera, valjasto posneta na premer 2r_o = 10,132 mm ±0,09%. Za idealno odprtino bi veljala prevodnost C_o = π r_o² √4, kjer je numerična vrednost srednje molekularne hitrosti (v metrih na sekundo) dana z:

$$\bar{v} = 145,5076 \sqrt{T/M} \quad (3)$$

Za M je potrebno tu vstaviti številsko vrednost mase kilomola v kg oz. mase mola v g. S tem dobimo za dušik pri izbrani "normalni" temperaturi T_o = 296,15 K prevodnost C_o = 9,5363 l/s, za argon pa 7,9857 l/s. Za zmes, npr. suh zrak, ne smemo vzeti kar srednje molarne mase, ki je po podatkih za standardno atmosfero (ISO 2533) 28,9644 (g/mol). Ker v molekularnem režimu vsaka komponenta doteka in odteka neodvisno, dobimo v kalibracijski komori enako sestavo zraka kot v rezervoarju (primerjaj DIN 28416). Toda za določitev C_o moramo v formulo (3) vstaviti efektivno molarno maso M_{eff}, dana z enačbo

$$1/\sqrt{M_{eff}} = \sum_i (x_i/\sqrt{M_i}) \quad (4)$$

kjer so x_i molarni deleži komponent zraka. Z upoštevanjem devetih komponent (do kriptonu, ki ga je le še 1 ppm) dobimo M_{eff} = 28,8738 g/mol in nato C_o = 9,393 l/s.

Če se dejanska temperatura komore T_c nekoliko razlikuje od T_o, je treba vrednosti za C_o pomnožiti s faktorjem √ T_c/T_o. Vsaka stopinja negotovosti pri T_c prispeva 0,17% negotovost C_o.

Valjasti del realne odprtine je imel po načrtu višino 0,15 mm, po izdelavi pa je brez posebnega orodja nismo mogli dobro izmeriti, temveč smo le ocenili, da je l = 0,175 mm ±50%. Za tako kratko "cev" premera d = 2 r_o je koeficient prepustnosti zelo blizu vrednosti

$$W_o = (1 + l/d)^{-1} = 0,9830 \quad (5)$$

Številčni rezultat je negotov zaradi negotovosti l, in sicer v našem primeru kar za ±0,85%. To bi lahko izboljšali le z izdelavo orodja za optično merjenje roba odprtine pod določenim kotom.

Na izhodu iz valjastega dela je široko odprt stožec, ki praktično ne omejuje prevodnosti. Na osnovi podobnih primerov v literaturi lahko trdimo, da je njegova prepustitvena verjetnost oz. prepustnost gotovo nad 0,999, postavimo pa kar 1. Močnejši vpliv na prevodnost realne odprtine ima priključna cev pod njo. Ta problem smo splošno obdelali pred leti /3/, brez poenostavitvene predpostavke, da je cev dolga ali odprtina majhna. Cev je dolga 144 mm, široka pa v pov-

prečju ravno toliko, tako da je parameter s = L/R = 2 (dejansko je zgornja tretjina cevi nekoliko ožja, spodnji del pa širši, toda zaradi majhnega vpliva cevi se lahko zadovoljimo s povprečjem). Koeficient prepustnosti take cevi W_t za molekule, ki vanjo vstopajo skozi odprtino, se izraža s presekom R² π in r_o² π, algebrajskimi funkcijami parametrov s in p (p = r_o/R, v našem primeru 0,07) ter z nepopolnimi eliptičnimi integrali. Za konkretni primer smo dobili W_t = 0,9965, čemur pripisujemo negotovost ±0,1% zaradi nepravilnosti cevi.

Prepustitvene verjetnosti zaporednih komponent kombiniramo na znan način (po Oatleyu), ki je popolnoma upravičen, če je sprednja komponenta tako kratka, da ne pokvari prvotnegaa fluksa vpadaajočih molekul. Za našo odprtino to gotovo drži. Ker sta že navedeni W_o in W_t blizu 1, lahko rezultat za skupno prepustnost W poenostavimo v:

$$W = W_o W_t = 0,9796 \pm 0,95\%$$

S tem dobimo končno molekularno prevodnost naše realne odprtine

$$C = W C_o \quad (6)$$

ki je za dušik pri 23 °C npr. 9,342 l/s ±1,13%, pri čemer smo upoštevali negotovost r_o, medtem ko je eventualno negotovost merjenja temperature T_c treba upoštevati posebej.

Ker smo doslej umerjali ionizacijske merilnike predvsem s sušenim zrakom (uporabljali smo kar silikagel, kar zadošča npr. pri merjenju črpalne hitrosti difuzijskih črpalk), moramo podati še prevodnost za zrak pri 23 °C: C = 9,201 l/s, vsak promile preostale vlage pa to vrednost zveča za 0,02 %.

V rezervi imamo še eno, večjo odprtino, primernejšo za kalibracije pri nižjih tlakih in z bolj aktivnimi plini. Njen premer je 2 r_o = 30,124 mm ±0,04%, višina valjastega dela pa je 0,3 mm ±33%. Njen W_o je 0,9901 ±0,33%, W_t = 0,9725 ±0,1%, W = 0,9629 ±0,43% in za dušik pri 23 °C je C = 81,17 l/s ±0,51%.

Navedene vrednosti C veljajo, dokler je tok strogo molekularen in molekule priletavajo na odprtino od daleč, iz nezmotenega plina. Ko razmerje med povprečno prosto potjo λ in premerom odprtine d ni več veliko, se prevodnost efektivno poveča za neki korekcijski faktor μ, kajti molekulo blizu odprtine druge bolj verjetno suvajo k odprtini kot proč od nje:

$$\mu = 1 + ad/\lambda \quad (7)$$

kjer ima konstantna a po starejši literaturi vrednost 1/8, novejša /7/ pa navaja manjšo vrednost: 0,09 ±20%. Pri 10⁻² Pa je λ v dušiku pri 23 °C enak 65 cm, torej je korekcija za manjšo odprtino μ = 1,0014 v okviru naše natančnosti še zanemarljiva; pri 10⁻¹ Pa je že 1,014.

5 Zmanjšanje tlaka s stacionarnim pretokom

Sistem je treba poprej dobro izčrpati, da dosežemo v R čim nižji residualni tlak p_r . Nato vzpostavimo dotok plina po enačbi (2), in sicer s pripustitvijo plina iz rezervoarja R_1 do izčrpanega čepa. Plin začne odtekati skozi odprtino prevodnosti C v pomožni recipient R' in naprej v črpalko in končno se po doseženem ravnotežju vzpostavi v R stalen kalibracijski tlak p. Da je p dobro definiran, mora biti molekularni fluks dovolj izotropen. Potreben pogoj za to je, da je ploščina odprtine dovolj majhna proti notranji površini R. To razmerje naj bi po priporočilih standardov ne bilo večje od 10^{-3} ; v našem primeru je za vgrajeno odprtino manj kot $0,3 \cdot 10^{-3}$, za rezervno odprtino pa je nekoliko večje ($2,4 \cdot 10^{-3}$).

Zaradi velike črpalne hitrosti S' , s katero črpamo R' (ocenjujemo jo na 1420 l/s $\pm 20\%$ za zrak), je delež molekul, ki se iz R' vrača skozi odprtino v R, prav majhen. Upoštevamo ga lahko s privzetkom, da te molekule izvirajo iz enakomerne porazdelitve fluksa, povezane z nekim tlakom p' v komori R' , ki je za faktor C/S' manjši od tlaka p. Dovoljujemo si tako grobo oceno, ker gre za korekcijo, ki je manjša od 1%. Sicer je ortodoksna pot taka, da p' posebej merimo, ali, kot je v navadi pri nekaterih novejših sistemih te vrste /5,7/, izmerimo razmerje p'/p kot dan parameter sistema.

Kolikor lahko p_r zanemarimo, imamo pri ravnotežju pogoj:

$$C(p - p') = C_1 p_1, \quad (8)$$

kamor lahko za p' substituira še aproksimacijo

$$p' = \frac{C}{S'} p \doteq \frac{C}{S'} \cdot \frac{C_1}{C} p_1,$$

s čimer dobimo končno iskani kalibracijski tlak p, ki je bistveno manjši od izhodiščnega p_1 :

$$p = \frac{C_1}{C} p_1 \cdot \frac{1}{1 - C/S'} \doteq \frac{C_1}{C} p_1 (1 + C/S') \quad (9)$$

Negotovost faktorja v oklepaju ocenjujemo na manj kot 0,2% (zaradi negotovosti S'). Če k temu prištejemo še negotovosti merjenja p_1 in določitve molekularnih prevodnosti C in C_1 , dobimo skupno negotovost kalibracijskega tlaka $\pm 3,1\%$ ali še nekaj promilov več, če upoštevamo tudi negotovost temperatur.

Pretok skozi čep je čisto molekularen le do p_1 okrog 10 hPa, čemur ustrezajo tlaki p, ki niso znatno večji od 10^{-3} Pa. Za višje p moramo upoštevati pripadajoče spremenjene vrednosti C_1 (in v manjši meri tudi C), kar poveča negotovost. Na drugi strani pa pri nižjih p ne moremo več zanemariti residualnega tlaka. V kalibracijski komori brez pregrevanja ne moremo doseči p_r pod 10^{-5} Pa. Pregrevanje je sicer možno, vendar ga doslej nismo izvajali. Pri naših hitrih kalibracijah ioni-

zacijskih merilnikov smo uporabljali celo elastomerna tesnila na merilnih priključkih in je bil značilni p_r komaj 10^{-4} Pa. V tem primeru smo izbrali neko kompromisno velikost p okrog $3 \cdot 10^{-3}$ Pa (med 2 in 4) in umerjali merilnike le na eno točko.

Za omenjeno točko je razmerje C_1/C za suh zrak $1,159 \cdot 10^{-6} \pm 3\%$; negotovost smo zaokrožili navzgor, ker je težko zadeti ravno želeni p, temveč dopuščamo, da je med 2 in 4 mPa. Residualni tlak p_r (zračni ekvivalent) pomeni, da v R doteka dodatna količina plina C p_r , ki jo moramo prišteti na desni strani enačbe (8). Tej količini moramo pripisati znatno negotovost, recimo $\pm 50\%$. Zaradi tega in tudi zaradi razplinjevanja samega R' se poveča tudi p' na levi strani enačbe (8). Če se R' razplinjuje približno enako kot R, izteka iz njega $Q' = C_1 p_1 + 2 C p_r \pm C p_r$, kar ob črpanju z S' daje $p' = Q'/S'$. Iz tako popravljene enačbe (8) izrazimo kalibracijski tlak:

$$p = \frac{C_1}{C} p_1 + p_r + p' \quad (10)$$

Za primer $p \doteq 3 \cdot 10^{-3}$ Pa in $p_r = 10^{-4}$ Pa ($\pm 50\%$) je 1. člen negotov na $\pm 3,5\%$, 2. člen je le 1/30 prvega in s svojo negotovostjo prispeva $\pm 1,7\%$, 3. člen $p' = 2,1 \cdot 10^{-5}$ Pa ($\pm 25\%$) pa pomeni 1/144 prvega in prispeva v vsoti $\pm 0,2\%$. S tem bi bila skupna negotovost p okrog 5,4%.

Tako bi lahko delali le ob predpostavki, da je vpliv residualnega plina enak v primeru brez dotoka skozi čep kot ob dotoku. Na njej temelji tudi postopek drugih standardnih laboratorijev /5,7/, ko za umeritev ionizacijskega merilnika upoštevajo le "generirane" tlake, t.j. prirastke nad residualnim, in le prirastke indikacije merilnika nad indikacijo pri residualnem tlaku. To ni neoporečno, a v praksi najbrž ustreza za delo z inertnimi plini. Pri delu z zrakom, in to še delno vlažnim, pa smo opažali, kot posledico adsorpcije, izraziti vpliv jakosti in trajanja vpuščanja na efektivni residualni tlak (merjen kmalu po prekinitvi dotoka). V teku posamezne kalibracijske serije se utegne efektivni p_r celo nekajkrat zvišati, kar lahko bistveno zviša negotovost kalibracijskega tlaka.

6 Sklep

Navedene napake niso prav precizno analizirane, vzete so pa dovolj široko, tako da poleg sistematične komponente zajemajo tudi slučajno. Dejstvo je, da naša kalibracija še ni na nivoju, kot je sedaj dosežen pri nekaterih nacionalnih laboratorijih za merilne standarde. Ker pa je naša težnja, da dobimo v nacionalnem merilu pooblastilo za kalibracije v področju srednjega in visokega vakuuma, bo potrebno naš laboratorij še dopolniti in izboljšati. Nekatere načrte v tej smeri navajamo ob koncu.

Na prvem mestu je potrebno vpeljati pregrevanje za izboljšanje p_r . Potem bi lahko generirali tudi nižje kalibracijske tlake.

Z meritvijo roba odprtine je treba zmanjšati negotovost C. Ker uporaba čepa resno omejuje dosegljive p navzgor, bi bilo dobro izdelati tokomer, ki meri količino plina na osnovi stiskanja meha pri stalnem tlaku plina. Za zanesljivejšo primarno kalibracijo CDG bi bilo dobro nabaviti preciznejši primarni standard, npr. manometer na bat ter boljši diferencialni živo-srebrni U-manometer. Nujno je dodelati statično ekspanzijo kot primarni standard za področje od 100 do 10^{-2} Pa. Kot delovni standard za kalibracije v področju od 1 Pa (ali višje) do 10^{-4} Pa bi bilo priporočljivo uporabljati merilnik na vrtečo se kroglico (spinning rotor gauge - SRG). Ta bi bil nujno potreben tudi za kakršne koli medsebojne primerjave z drugimi standardnimi laboratoriji. Sistem za stacionarni pretok je potrebno dopolniti s sredstvi za določitev in kontroliranje razmerja p/p in z njim povezanega vpliva povratnega toka plina skozi odprtino.

7 VIRI

- /1/ B. Povh: Entwurf eines Systems für die Kalibrierung von Vakuummetern, 4. Gemeinsames Symposium des MPI, Stuttgart und IEVT, Ljubljana, 1977
- /2/ F. Lah, B. Povh: Zasnova in realizacija vakuumskega sistema za umerjanje vakuumetrov, 8. jugoslovanski vakuumski kongres, Bled, 1979, Zbornik referatov
- /3/ B. Povh: Prevodnost odprtine pri realni namestitvi, 9. jugoslovanski vakuumski kongres, Zagreb, 1983, Zbornik referatov
- /4/ B. Povh: Bestimmung des Leitwertes einer reellen Öffnung, 5. Gemeinsames Symposium des MPI, Stuttgart und des IEVT, Ljubljana, 1980
- /5/ High Vacuum Standard and Its Use, NIST Special Publication 250-34, Washington, 1989
- /6/ R.P.W. Lawson, Vacuum 25 (1975), 377
- /7/ W. Jitschin, K. Jousten, and D. Wandrey, J. Vac. Sci. Technol. A10 (1992), 3344

NOVICE DVTS

70. seja izvršnega odbora IVUSTA

Seja izvršnega odbora IVUSTA (International Union for Vacuum Science, Technique and Applications) je bila tokrat v Orlandu na Floridi po končani vakuumski konferenci, ki so jo organizirali ameriški vakuumisti ob 40-letnici svojega društva.

Na seji je direktorij IVUSTA odobril sponzoriranje učne delavnice s področja znanosti površin in tematiko: "Majhne molekule na površinah" (Small molecules on the surfaces), ki ga bosta skupno organizirale Velika Britanija in Slovenija spomladi leta 1995 na Brdu pri Kranju.

Na skupni seji je predstavnik Italije predlagal, da bi nekaj dni pred učno delavnico organizirali vakuumsko konferenco Slovenije in Italije in morda še Hrvaške. Na ta način bi zagotovili za predavatelje priznane strokovnjake iz razvitega zahodnega sveta. Na področju znanosti površin bi v tem splošnem delu želeli izpostaviti tematiko: Segregacija atomov na površini kovin in zlitin, kjer bi poleg DVT Slovenije sodelovala kot organizatorja še IMT Ljubljana in MPI iz Düsseldorfa.

Končno obliko bo ta mednarodna manifestacija na področju vakuumskih znanosti dobila predvidoma spomladi 1994, ko bodo končani dogovori med posameznimi društvi in inštituti. Prav tako bi želeli prirediti 72. seja izvršnega odbora IVUSTA v Sloveniji. Zadnja tovrstna seja je bila 1988. leta v Portorožu. Seveda pa bo zanjo huđa konkurenca, ker si jo tudi Nemčija želi imeti v Berlinu leta 1995 ob 150-letnici društva fizikov.

Na tej seji je bilo odobreno sponzoriranje še dveh učnih delavnic s področja tankih plasti in vakuumskih tehnologij. Za obdobje 1992-95 je sponzorstvo vseh učnih delavnic zaključeno.

Obravnavani so bili zelo podrobno tudi problemi z organizacijo 45. svetovnega vakuumskega kongresa, ki bo v jeseni leta 1995 v Jokohami na Japonskem.

Iz mednarodne zveze vakuumskih društev IVUSTA so izključili Bolgarijo, ker že nekaj let niso poravnali članarine in se na opomine sploh ne odzivajo.

Sejo smo zaključili z izletom v Kennedy Space Center na Cape Canaveralu. Zelo zanimivo doživetje, ki navdaja obiskovalca z zelo mešanimi občutki. Po eni strani z navdušenjem in ponosom ter občudovanjem, kakšen dosežek za človeštvo in kakšen neslutni razvoj so dosegle na račun tega projekta nekatere panoge industrije, po drugi strani pa je ta projekt tako neznansko drag, da bi le z delom tega denarja nahranili človeštvo. Katera pot je torej prava?

Naslednji sestanek izvršnega odbora IVUSTA je predviden ob koncu 4. evropske vakuumške konference v Uppsali na Švedskem. Vsem bralcem revije Vakuumist, posebej pa še članom Društva za vakuumsko tehniko Slovenije želim vesele božične praznike in obilo uspehov na strokovnem področju in vse dobro v novem letu.

dr. Monika Jenko

**Inštitut za kovinske materiale in tehnologije
Lepi pot 11, 61000 Ljubljana**