

NASVETI

V prejšnji številki Vakuumista smo pozvali bralce, da se oglasio z vprašanji, ki jih mučijo pri delu z vakuumom. Še vedno čakamo. Naša obljuba, da se bomo potrudili čim bolj popolno in strokovno odgovoriti, pa seveda drži.

Na koncu prejšnjih nasvetov smo napovedali, da bomo kdaj drugič govorili o "pasteh", v katere nas pogosto spravlja ta vražji vakuum. Ker ni bilo vaših vprašanj, bomo danes govorili o ugotavljanju puščanja ali o netesnostih.

Preprosto ugotavljanje velikosti puščanja ali netesnosti

Zgodi se nam, da "nenadoma" ugotovimo, da z našo vakuumsko napravo, ki nam je tako dolgo ustvarjala dobre razmere za delo, nekaj ni v redu: ni več dobrega vakuuma. Takrat začnemo mrzlično iskati krivdo; najprej, da morda merilnik kaže nápak, potem se spomnimo, da je že (neznano) dolgo tega, kar je bilo zamenjano olje v črpalki, ali da je nekdo "šaril" po sistemu in nekaj pokvaril itd, itd. Potem se začne iskanje strokovnjakov oz. "strokovnjakov", ki bi s hitro diagnozo odkrili in že naslednji hip odstranili vzrok za napako. Tisti, ki mu to res uspe (enako verjetno kot pri loteriji 3x3 zadeti pravo kombinacijo), velja za "mojstra vakuumskih znanosti". Pravi mojster pa lahko postanete sami, če se stvari lotite zares sistematično in strokovno. Pri tem predpostavljamo, da nimate pri rokah nobenega detektorja netesnosti (tistih nekaj delujočih detektorjev v Sloveniji lahko preštejemo na prste ene roke!), pač pa le tisto obvezno opremo, ki spada k vakuumski napravi, med katero je gotovo tudi merilnik vakuuma (kako pa bi sicer sploh lahko ugotovili, da je nekaj narobe!).

Preden začnete "razdiralno" akcijo, izčrpajte vaš vakuumski sistem (vakuumsko posodo, komoro, recipient) do končnega tlaka p_0 (mbar) ter nato hitro zaprite ventil med njim in črpalko. Zabeležite dvoje: p_0 in čas zaprtja ventila, npr. 3×10^{-4} mbar, $10^h 15^{min}$. Črpalko lahko izklopite, merilnika pa ne. Opazili boste, da bo začel tlak naraščati, v začetku navadno hitreje, nato bolj zložno. Po nekem času - lahko je to le nekaj minut (sekund) ali pa več ur, odvisno od velikosti netesnosti - že lahko ugotovimo, da se kazalec vakuummetera približuje najvišji vrednosti, ki jo lahko še imamo za relativno zanesljivo oz. točno. Pri tem sploh ni pomembno, da je merilnik natančno umerjen, saj gre za relativne spremembe tlaka. Tlak je npr. narastel in dosegel ob $12^h 30^{min}$ $p_1 = 20$ mbar (Piranijev vakuummeter ta tlak še vedno "lepo" pokaže!). Med tem sta pretekli 2 uri in 15 minut ali 8100 sekund. Ocenimo še prostornino V (v litrih) vakuumске posode z vsemi priključki, vendar le do ventila, ki smo ga pri tem poskusu zaprli. Recimo, da je "po vašem" prostornina nekje okoli 30 litrov. Če ste pri tem pogrešili za nekaj litrčkov, ni usodno. Podatke bomo takoj vstavili v enačbo za puščanje L :

$$L = \frac{V(p_1 - p_0)}{t} = \frac{30(20 - 3 \times 10^{-4})}{8100} = \frac{30 \times 20}{8100} = 0.074$$

torej 7.4×10^{-2} mbar l/s

Izračunani podatek o celotnem puščanju nam sicer še ničesar ne pove, če nimamo pri roki drugega (podatka) za primerjavo. Najboljši bi bil seveda tisti iz preteklih let (ali dni), ko je naprava še v redu delovala. Zato vedno in vsakomur priporočamo: za vsako vakuumsko napravo (novo, prenovljeno, obnovljeno, po vsakem večjem popravilu ali dopolnilu) naj bo zabeležen tudi podatek o velikosti njenega puščanja L (mbar l/s, Pa l/s ali staro torr l/s). Če je bila v preteklosti res opravljena taka meritev, smo lahko le zadovoljni, saj s primerjavo podatkov takoj ugotovimo razliko oz. povečanje puščanja. Če je bistveno večje (npr. 10 krat ali več), potem se lotimo praktičnega iskanja netesnosti. Navadno pa podatka o puščanju naše vakuumске posode ali naprave iz preteklosti, ko je še v redu delovala, nimamo, zato dobljeni rezultat primerjamo z naslednjo praktično tabelo.

Zahtevani delovni tlak v vakuumski posodi	Praktično dopustno celotno puščanje L
grobi vakuum: 1000 mbar do 1 mbar	priporočamo manj kot 1×10^{-2} mbar l/s
srednji vakuum: 1 mbar do 1×10^{-3} mbar	priporočamo manj kot 1×10^{-3} mbar l/s
visoki vakuum: 1×10^{-3} do 1×10^{-7} mbar	priporočamo med 1×10^{-5} in 1×10^{-7} mbar l/s
ultra visoki vakuum: 1×10^{-7} mbar in manj	priporočamo manj kot 10^{-7} mbar l/s

Samo ena meritev puščanja je seveda premalo. Izvesti moramo vsaj še eno ponovitev (ponovno izčrpamo do končnega tlaka, zapremo ventil, po nekem času odčitamo tlak itd). Če je rezultat približno enak, vendar večji od dopustnega puščanja, se lotimo iskanja sumljivih mest. V tem sestavku se ne bomo poglobljali v načine odkrivanja netesnosti, ker bi razpravo preveč razvlekli. Zapomnimo si le tole: Kadarkoli kaj spremenimo na vakuumskem sistemu (npr. zamenjamo tesnila, prevodnice, prigradimo nove priključke ipd.), vedno izmerimo puščanje L ter rezultat primerjamo s prejšnjim. Pri tem lahko ugotovimo, da smo "sumljivi" del odstranili (puščanje je manjše) ali pa ga vgradili (puščanje je bistveno večje).

Pogosto se dogodi, da slab končni vakuum v posodi ni posledica puščanja, ampak napake v črpalki oz. črpalnem sistemu ali pa velikega onesnaženja z močno

hlapljivimi snovmi. S poskusom, ki smo ga opisali, smo namreč presenečeni ugotovili razmeroma majhno puščanje, ki je nekako v skladu z zgornjo tabelo. To pomeni, da je naša vakuumška posoda, če je čista, popolnoma v redu in da moramo napako iskati na strani črpalke oz. kar v črpalci sami.

Dragi bralci! Ne smemo vam vsega povedati, saj potem ne boste čutili potrebe, da nas sprašujete, kar bi mi tako radi slišali. Kar se tiče puščanja v vakuumski tehniki, vam lahko le zaupamo, da vas bo ta težava spremljala vse (vakuumsko) življenje, saj ni naprave, ki ne bi imela netesnosti; absolutne tesnosti - hermetičnosti - namreč ni, je le večje ali manjše puščanje, ki pa je lahko **pravo** ali **realno** (skozi netesna mesta, skozi

porozne zveze ali strukturo materialov) ali **navidezno** (izparevanje, degazacija oz. odplinjevanje z notranjih sten).

V tem sestavku namenoma nismo uporabljali tujke za netesno mesto, tj. leak (izg. lik), ker imamo na razpolago dovolj domačih izrazov za opisovanje teh pojavov (puščanje, netesnost, prepustnost, vakuumška tesnost, netesno mesto ali pušč - slednje je nekoč predložil prof. dr. E. Kansky, vendar se beseda še ni prijela).

Dr. Jože Gasperič
Institut "Jožef Stefan"
Jamova 39, 61111 Ljubljana

NEKATERE NOVOSTI PROIZVAJALCEV VAKUUMSKE OPREME

- Firma **EDWARDS** predstavlja tri nove modele turbomolekularnih(TM) črpalk z magnetnimi ležaji in velikimi črpalnimi hitrostmi, kar so dosegli s kombiniranjem klasične TM črpalne stopnje in kompresijske "molecular drag" stopnje. Črpalke dosežejo končni tlak 1.3×10^{-10} mbar in imajo črpalne hitrosti 600, 1000 in 1950 l/s.
- **GENEVAC** je izdelal novo verzijo črpalke, ki lahko črpa kisline, vodo in organska topila brez dodane hladne pasti. Deli črpalke so iz korozijsko obstojnih materialov, dodana majhna rotacijska črpalna pa omogoča doseganje končnega tlaka 0.15 mbar in črpalno hitrost 100 l/min.
- **BALZERS** in **SCHOTT GLASSWERKE** sta skupaj razvila sistem za ionsko jedkanje, ki je uporaben za enostavna čiščenja površine in preiskave površin. Ionska puška ustvarja gostoto toka do 60 mA/cm², posebej razvita sonda pa omogoča natančno nastavitev ionskega curka in meritev njegovih parametrov.
- **HIDEN ANALITICAL** ponuja elektrostatsko sondo za karakterizacijo plazme. Sistem potrebuje osebni računalnik, programska podpora pa omogoča izračun električnih parametrov plazme: plazmski potencial, gostoto elektronov in ionov ter temperaturo elektronov.
- Firma **POLYCOLD**, znana po hladnih pasteh za črpanje vodne pare za tlačno področje tlakov do 10^{-6} mbar, je naredila novo, ultra visoko vakuumsko (UHV) verzijo. "Fast Cycle Water Vapour Cryopump", kot se stvar imenuje, ima 0.5 m² črpalne površine oz. 45000 l/s črpalne hitrosti za vodno paro pri 10^{-10} mbar, črpa pa tudi še v področju 10^{-11} mbar.
- **VG QUADRUPOLES** ponuja dva nova spektrometra preostalih (residualnih) plinov (RGA). Dražjega, SXP Elite, za uporabnike z visokimi zah-

tevami je možno programirati, uporabniku prijazen prikazalnik pa omogoča lahko nastavitev parametrov. Cenejši Monitorr reklamirajo kot najcenejši RGA tega tipa, nadzor nad njim pa opravlja IBM PC kompatibilni računalnik. Standardna programska oprava omogoča detekcijo netesnosti, logaritemske in linearne histograme, knjižnico, analizo trendov in še kaj.

- Firma **SUB MONOLAYER SCIENCE** predstavlja nov fokusiran nevtralizator naboja za analizo neprevodnih materialov z SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry) in XPS (X-Ray Photoelectron Spectrometry) sistemih. Nastaviti je možno energijo (0 - 200 eV), x-y položaj in tok za nevtralizacijo. Prednosti so: majhna toplotna obremenitev vzorcev, možnost fokusiranja na majhni površini in enostavna nastavitev curka.
- Firma **HUNTINGTON** ponuja tipski vakuumski sistem za znanost o površinah, ki je bil sprejet kot standard. Uporaba standardiziranega sistema bo omogočila lažjo primerljivost raziskovalnih rezultatov.

Vir: "Vacuum News" iz revije Vacuum

- **TECHNICS PLASMA** predstavlja novo linijo vzbujevalnikov plazme z elektronsko ciklotronsko resonanco (ECR). Izvir je primeren za obstoječe vakuumške sisteme za jedkanje ali naprševanje. Z dodatkom grafitne mrežice se ga lahko pretvori v izvir curka ionov. Sistem je kompakten, elektromagnet ustvarja gostoto polja do 1050 gaussov, porabi manj kot 2 kW energije in tehta 40 kg.

Vir: revija "EUROPEAN SEMICONDUCTOR"

Izbor pripravil Borut Stariha