

NAPRŠEVALNE IONSKO-GETRSKE ČRPALKE

Andrej Pregelj, Marjan Drab, Igor Grašič, Institut za elektroniko in vakuumsko tehniko, Teslova 30, 1000 Ljubljana

Sputter ion getter pumps

ABSTRACT

Ion-getter (IG) pumps are commonly used to create Ultra High Vacuum (UHV). They are very clean, they pump different gases, don't cause vibrations, enable the pressure reading and in long lifetime need no maintenance. At the occasion of development of slovene IG pump and a new Penning gauge we want to describe them in more detail. The contribution represents the principles of operation, various realizations, performances for pumping different gases and requirements for manufacturing technology.

POVZETEK

Ionsko getsrke (IG) črpalke so najpogosteje uporabljane črpalke za ustvarjanje ultravisokega vakuumu (UVV). So zelo čiste, črpajo lahko različne pline, ne povzročajo vibracij, omogočajo odčitavanje tlaka in v dolgi delovni dobi skoraj ne potrebujejo vzdrževanja. Ob priliki razvoja domače IG črpalke in Penning merilnika jih želimo pobliže predstaviti; prispevek podaja princip delovanja, različne izvedbe, sposobnosti za črpanje različnih plinov in zahtevnost izdelavne tehnologije.

1 Uvod

Odstranjevanje plinskih molekul iz posod oziroma iz vakuumskih sistemov dosežemo tudi z ionskim črpanjem. Tovrstne črpalke uporabljamo za ustvarjanje in vzdrževanje ultravisokega vakuumu, pri čemer je prej potrebno predčrpanje. Prvi opis ionskega črpanja je podal Plücker (1858), ki je odkril, da je potrebno zviševati napetosti, če želimo ohranjati tok v plinski razelektritveni cevi. Že on je pravilno ugotovil, da je to zaradi znižanja tlaka v cevi, kar pa si je tolmačil z dogajanjem na katodi.

Kasneje je F. Penning (1937) vzporedno s svojimi raziskavami razelektritev v plinih razvil hladnokatodni ionizacijski senzor za meritve tlakov v območju 10^{-3} do 10^{-5} mbar. Pri visoki napetosti so se ioni "zarili" v material katode, izgubili naboj in kot molekule zadržali ("adsorbirali"). Posledica tega dogajanja je bilo tudi znižanje tlaka.

Penningova celica se danes uporablja kot pomemben vakuumski merilnik; na osnovi njene črpalne sposobnosti pa so leta 1950 v firmi Varian izdelali prvo ionsko črpalno. Z dodatnim črpanjem plinov s prigradjeno ionsko črpalno so optimizirali mikrovalovne elektrone (magnetrone). Ionsko črpalno so "odščipnili" nekoliko kasneje in sicer po prvem zagonu magnetrona pri nadnormalni obremenitvi, ko so se njegove notranje površine maksimalno razplinile.

Uporaba naprševalne ionsko getsrke črpalke je omogočila rutinsko doseganje tlakov pod 10^{-10} mbar in s tem napredek različnih znanosti in tehnologij. Zaradi njihove čistoče, možnosti pregrevanja, majhne porabe moči, delovanja brez vibracij, dolge življenjske dobe ostajajo najprimernejši način črpanja za vsakogar, ki potrebuje UVV razmere. Najpogostejša področja uporabe so naslednja:

- izdelava elektron
- kriogenika

- elektronski mikroskopi
- jedrska fizika
- znanost o materialih
- masni spektrometri
- simulacija vesolja
- pospeševalniki delcev in shranjevalni obroči
- Augerjeva elektronska mikroskopija
- sekundarna ionska spektrometrija
- elektronska spektroskopija za kemične analize

2 Mehanizem delovanja

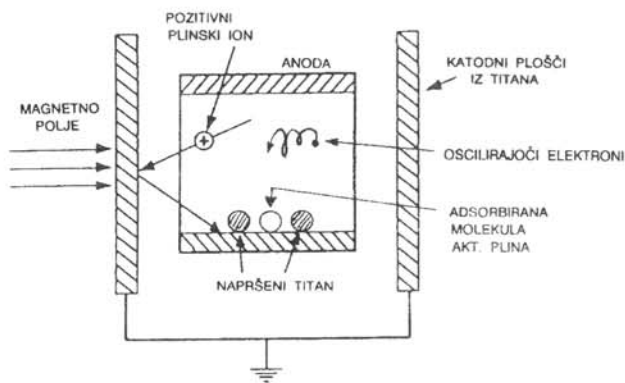
Ionsko-getsrke črpalke niso pretočne, nimajo izpuha, črpajo tako, da lovijo molekule iz posode že razredčenega plina na svoje stene. Osnovni črpalni procesi so naslednji:

- zarinjavanje in vezava pospešenih ionov ioniziranega plina v kristalni mreži katodnega materiala
- kemično spajanje (getranje) molekul aktivnih plinov na istočasno nastajajočih svežih plasteh titana (Ti), ki se napršuje s Ti-katode.
- difuzija vodika v katodni material
- disociacija kompleksnih molekul v enostavnejše frakcije, ki so nato počrpane po enem od mehanizmov
- pojavljanje hitrih nevtralnih atomov visokih energij zaradi nevtraliziranja ionov in odbijanja od katodnih površin

Najpomembnejši sta prvi dve dogajanja in po njih so črpalke tudi dobile ime; poznamo jih namreč kot ionsko-getsrke, ker pospešeni ioni zadevajo katodo iz titana in ga napršujejo na okoliške stene, kamor se potem ujamejo molekule plinov preostale atmosfere v vakuumski posodi.

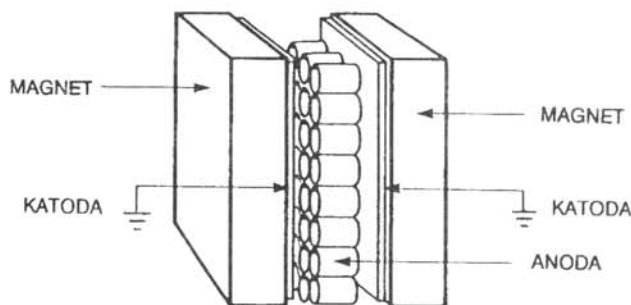
Večina ionizacijskih naprav deluje na isti način. V polju visoke napetosti pride na raznih ostrinah notranjih sestavnih delov do izstopanja elektronov iz materiala (poljska emisija). Elektroni so v evakuirani posodi pospešeni proti anodi in na svoji poti trčijo v plinske atome, ki zato ionizirajo. Pojavi se tok pozitivnih plinskih ionov, ki potujejo v nasprotno smer. Pri ionsko-getsrkih črpalnah so značilne napetosti 5000-7000 V. Energija iona, ki prispe na katodo (npr. iz titana), je tolikšna, da iz nje izbiže enega ali več atomov, ki se napršijo po okoliških elementih in po notranjih stenah črpalke.

Kot smo uvodoma omenili je najenostavnejša oblika ionske črpalke Penningova celica, ki je v osnovi hladnokatodni vakuumski merilnik in ima v tej izvedbi katodni ploščici iz nerjavne pločevine. Kot črpalna (sl.1) je sestavljena iz centralne anode v obliki kratke cevke, na njenih koncih pa sta v oddaljenosti nekaj milimetrov nameščeni plošči kovinskega titana. Le-ti sta električno zvezani z negativnim polom visokonapetostnega usmernika. Zunanji permanentni magnet zagotavlja s cevjo soosno magnetno polje jakosti 0,08-0,15 T (tj. 800-1500 gaus). Če je izvedena kot samostojna črpalna, zaprta v primerno UVV ohišje, postane to



Slika 1. Penningova celica; ker so katode iz titana, je to črpalna in ne merilna izvedba

enocelična ionsko-getska črpalka s črpalno hitrostjo približno en liter na sekundo. Da bi dobili črpalno z večjo črpalno zmogljivostjo, je potrebno vgraditi katodo, ki je sestavljena iz več celic (satje, sl. 2), v večji črpalni posodi.

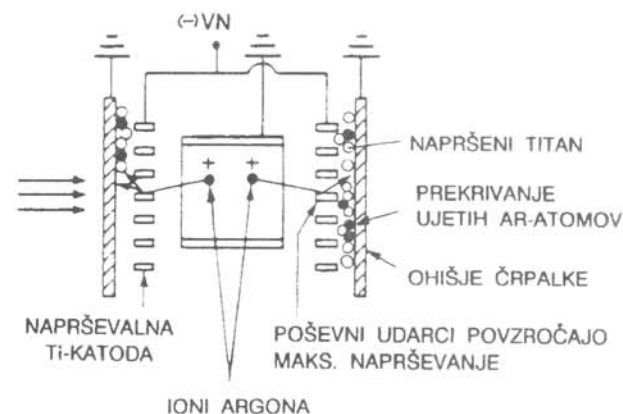
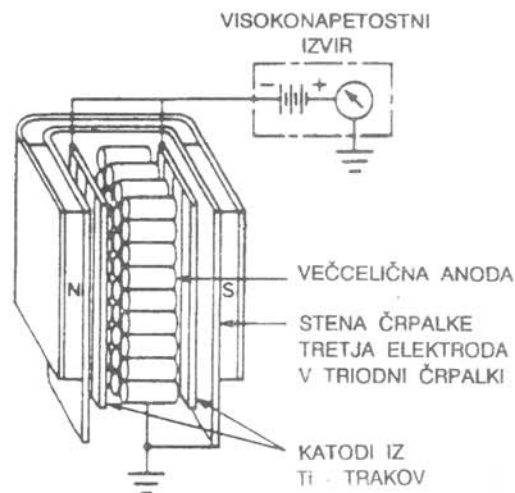


Slika 2. Diodni tip ionsko-getske črpalke z vidno večcelično anodno strukturo

Kombinacija električnega in magnetnega polja povzroči, da se elektroni, ki izhajajo iz katode, gibljejo po spiralastih poteh. Daljše poti povečujejo možnost trčenja elektrona z molekulami plina ter s tem je možnost tvorbe pozitivnih ionov ojačana. To je še posebej pomembno pri nizkih tlakih, ko je molekul plina v posodi relativno malo in zato tudi ionov primanjkuje.

Očitno je, da je intenzivnost črpanja odvisna od gostote elektronskega "oblaka" in posledično od hitrosti naprševanja. Na gostoto "oblaka" (in s tem na črpalno sposobnost) lahko vplivamo z geometrijo celice ter z nastavljanjem primerne jakosti električnega in magnetnega polja. Za črpalni proces ni nujno, da se ionizirajo vse plinske molekule, kajti mnoge, tudi nevtralne, reagirajo s titanom na stenah. Pač pa je določeno število ionov nujno potrebno za proces naprševanja svežih titanovih plasti. Naprševanje je odvisno že od materiala in oblike katode ter od vrste plina (pomembna je atomska oz. molekularna masa). Vsi boljši izdelovalci ionsko-getske črpalke zato v svojih programih ponujajo tudi optimirane katode, namenjene za določen plin.

Razvoj vedno sposobnejših (inteligentnih) visokonapetostnih napajalnikov gre v smer prilagajanja napetosti tudi prostorskemu naboju v črpalni celici. To omogoča, da se črpanje uravnava čim bolj samodejno in sicer tako, da se pri določenem tlaku naprši na stene ravno primerna količina svežega titana. Pri nizkih tlakih, ko črpanje skoraj ni več potrebno, je manj trkov, manj ionizacije in manj naprševanja: titanove plošče in električna energija se skoraj nič ne porabljajo.

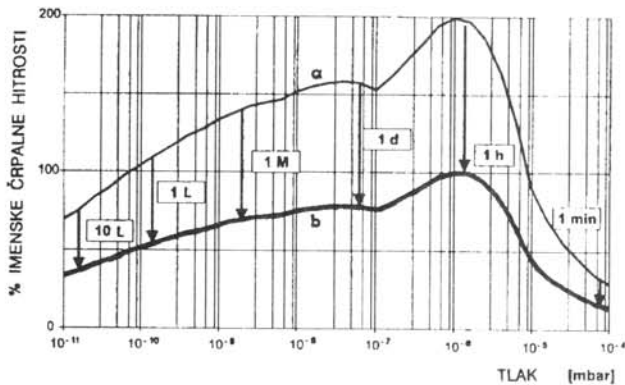


Slika 3. Triodni tip ionsko-getske črpalke; a) detajl praktične izvedbe in priklop na visokonapetostni usmernik, b) princip delovanja triodne ionsko-getske črpalke

3. Črpanje različnih plinov

Dogajanja v ionsko-getske črpalke so odvisna od vrste prisotnih plinov, ki so lahko: aktivni plini, vodik, žlahtni plini in metan. Aktivni plini so: O₂, N₂, CO₂, CO itd. Njihova skupna karakteristika je, da radi reagirajo z večino kovin in z njimi tvorijo stabilne spojine. V ionsko getske črpalke so izpostavljeni dveh aktivnostim. Neionizirani atomi se hitro in močno vežejo na sveže titanove plasti, ki nastajajo z naprševanjem katode, ioni in molekule pa se delno vgradijo v vrhne plasti katode delno pa se zadržujejo na površini. Ker ne

difundirajo globlje v material, so izpostavljene priletanju novih ionov in se z nadaljno erozijo katode spet sproščajo (re-emission); seveda s tem zmanjšujejo črpalno hitrost. Le-ta je največja pri novi črpalci, ki ima Ti-plošče že povsem razplinjene; z uporabo črpalke pa pride do zasičenja katode in ustalitve črpalne hitrosti na zahtevani vrednosti (sl. 4).



Slika 4. Tipična odvisnost črpalne hitrosti od tlaka. Krivulja "a" podaja hitrosti nove ali regenerirane črpalke. Te sposobnosti pa se po nekaterih obdobjih začetnega delovanja znižajo in končno ustalijo na stanju prikazanem s krivuljo "b", ki predstavlja nazivno črpalno hitrost. Obdobja zasičenja so pri različnih tlakih različna in na sliki označena (L=leto, M=meseč, d=dan, itd)

Vodik je sicer aktiven plin, vendar ga pri ionsko-getrskih črpalcih obravnavamo posebej, ker ima zaradi majhne mase zelo nizko razprševalno sposobnost. Kljub temu so črpalne hitrosti za H₂ velike, ker vodik hitro difundira v katodo. Pri črpanju vodika torej deluje črpalca stalno v nezasičenem stanju. Zato so črpalne hitrosti zanj približno dvakrat višje kot za dušik. Če so prisotni sledovi težjih plinov, se hitrost razprševanja katode in s tem črpanje vodika še dodatno izboljša. Ker imajo nekatere ionsko-getrske črpalke vložke tudi iz tantala naj tu omenimo, da se vodik topi bolje v titanu kot v tantalu; zato so za črpanje vodika najprimernejše črpalke s titanom.

Žlahtni plini ne reagirajo z drugimi elementi. Zato napršene titanove plasti ne vežejo helija in argona. Ta dva plina tudi ne difundirata v katodo, ampak se njuni ioni tam nevtralizirajo in mnogi odbijejo skoraj brez izgube energije. Odbiti atomi He in Ar obstanejo na anodi in na drugih površinah, kjer jih prekrijejo atomi naprševane kovine.

V nekaterih črpalcih je Ti-katoda nadomeščena s tantalovo. Ker ima tantal večjo atomsko maso kot titan, je odboj plinskih atomov na njem intenzivnejši in posledično se poveča tudi črpalna hitrost za žlahtne pline.

Pri črpanju večjih količin argona (tj. pri tlakih večjih od 10⁻⁸ mbar) pride do občasnega skokovitega razplinjanja argona iz katode. V takih primerih črpalca ni sposobna črpati (argonska nestabilnost), dokler izbruh ne ugasne.

Najvišje črpalne hitrosti za žlahtne pline dosežemo s posebno oblikovano Ti-elektrodo, ki omogoča poševni nalet plinskih ionov. Le-ti se, nevtralizirani, odbijejo naprej proti anodi in drugim površinam z veliko večjo verjetnostjo kot v primeru ploščate katode. Rezultat so dobre črpalne hitrosti za žlahtne pline, ki lahko dosežejo do 60% tiste za dušik.

Nekaj težav povzročata tudi metan, saj ne reagira z vsakim getrskim materialom. V majhnih količinah je vedno prisoten v UVV sistemih kot reakcijski produkt ogljika in vodika iz sten vakuumskega sistema. Metan je poseben problem v elektronskih pospeševalnikih, kjer povzroča razhajanje (divergenco) curka. Metanova molekula kot tudi molekule drugih ogljikovodikov razpadejo zaradi razelektritve v ionsko-getrski črpalci v manjše komponente (C, CH₃...H), ki jih geter lahko veže. Zato so črpalne hitrosti za metan in lahke ogljikovodike višje od tistih za dušik.

Zelo nazorno je različnost plinov prikazana z razmerjem hitrosti črpanja dušika glede na hitrosti črpanja drugih plinov v diodni črpalci (glej Tabelo 1):

Tabela 1. Razmerje hitrosti črpanja različnih plinov glede na hitrost črpanja dušika

Plin	črpalna hitrost izbranega plina/ črpalna hitrost dušika (%)
dušik	100
vodik	270
kisik	57
argon	6
neon	5
lahki ogljikovodiki	90-160
vodna para	100
helij	10
ogljikov dioksid	100

Opisane posebnosti pri črpanju različnih plinov in težnja po izboljšanju črpalnih lastnosti so vodile do razvoja nekaterih izpeljank osnovnega (diodnega) tipa IG črpalke.

4 Izvedbe

Poleg že omenjene diodne izvedbe ionsko-getrske črpalke poznamo še triodno (sl.3), pri kateri je Ti-katoda oblikovana tako, da jo ioni obstreljujejo poševno, zato so hitrosti naprševanja titana večje. Ta dva osnovna tipa ionsko-getrskih črpalc profesionalno izdelujejo v petih izvedenkah. To so:

a) diodna črpalca (sl. 2), v kateri sta katodi pritrdjeni na ohišje črpalke in je pozitivna visoka napetost pripeljana na anodo. Izmed vseh ionsko-getrskih črpalc ima veliko črpalno hitrost za vse aktivne pline (O₂, N₂, CO₂, CO) in druge, ki dobro reagirajo s titanom ni pa primerna za Ar, He in CH₄ (metan).

b) "žlahtna" diodna črpalka ("noblediode" ali "differential" pump) ima eno od katod iz tantala, ker vodi do zvišanja črpalne hitrosti za žlahtne pline (predvsem Ar in He).

c) triodna črpalka, pri kateri sta katodi ločeni od ohišja in je nanju pripeljana negativna visoka napetost; anodno satje, povezano z ohišjem, je na potencialu 0 (ozemljitev). Katoda je izdelana iz stavka ozkih trakov titana, ki so postavljeni tako, da jih plinski ioni zadevajo poševno. To omogoča nastanek večjih površin napršenega titana in s tem večje črpalne hitrosti za aktivne in žlahtne pline; izberemo jo, če za neko aplikacijo potrebujemo dobro črpanje pri nizkih in visokih tlakih.

d) "Starcell", triodna črpalka firme Varian, z značilnim zvezdastim ("star") vzorcem površin katodnih plošč. Te posebne dvostenske plošče z mnogimi zavijki pločevin dajejo črpalki sposobnost črpanja velikih količin žlahtnih plinov (enako ali bolje kot izvedenke b in c) ter vodika (enako kot izvedenka a), zagotavljajo visoke črpalne hitrosti za metan in imajo hkrati največjo kapaciteto za vezavo argona, metana in helija.

e) črpalka z vgrajenim modulom neuparjivega getra (NEG). V ionsko-getrski črpalki z npr štirimi standardnimi vložki je eden zamenjan z NEG elementom. Njegova glavna sestavina je razbrzdani trak konstantana, v katerega je vsintra specialna zlitina (Zr, V, Fe). Med segrevanjem doživi stukturno transformacijo, pri kateri se tvori ogromna getrska površina.

5 Karakteristike ionsko-getrskih črpalk

Kvaliteto ionsko-getrskih črpalk določimo z naslednjimi karakteristikami: črpalna hitrost, maksimalni pretok, potrebni predtlak, trajnost in dovoljeno pregrevanje.

Črpalna hitrost je kot pri katerikoli UVV črpalki eden glavnih dejavnikov, ki vplivajo na končni tlak v sistemu. Ionsko-getrske črpalke črpajo različne pline različno hitro; najbolje črpajo vodik, zelo slabo pa npr. argon. Zato je potrebno že ob nakupu za določen namen izbrati pravi tip črpalke. Pri novi ali regenerirani ionsko-getrski črpalki so katodne plošče (zaradi pregrevanja z dodatnim izčrpavanjem) povsem čiste in zato ima še nezasičena črpalka v začetku tudi za 100 % višje sposobnosti (sl. 4). Imenska črpalna hitrost je definirana kot največja črpalna hitrost zasičene črpalke, pri čemer kot referenčni plin vzamemo dušik. Standardne vrednosti so med 2 in 500 l/s.

Maksimalni pretok dosega ionsko-getrske črpalke pri najvišji črpalni hitrosti, tj. v intervalu med 10^{-4} in 10^{-5} mbar. Ker navadno obratujejo pri precej nižjih tlakih, to ni zelo pomemben podatek.

Potrebni predtlak je začetni tlak, na katerega mora biti ionsko-getrska črpalka grobo izčrpana, preden bo nastopil razelektrivni proces v območju anodne celične strukture in s tem začetek črpanja. Da bi zaščitili črpalko pred poškodbami zaradi previsokega segrevanja (ko je pri visokih tlakih zasičena in slabo črpa), mora visokonapetostni napajalnik avtomatsko zmanjšati izhodno napetost in vzdrževati moč pod določeno kritično vrednostjo. Običajno IG črpalk ne obremenjujemo s tlaki, višjimi od $1-5 \times 10^{-3}$ mbar.

Trajnost je odvisna predvsem od obstojnosti katode, ki je pri vsakem črpanju podvržena eroziji. Le-ta je premo

sorazmerna povprečnemu delovnemu tlaku. Pri tlakih 10^{-6} mbar so katode iz Ti uporabne 35000 do 80000 ur, pri delovnem tlaku 10^{-4} mbar pa le še približno 500 ur.

Pregrevnost je določena s temperaturo, ki jo nek element črpalke še prenese brez škode. Za kompletne ionsko-getrske črpalke z magneti in s priključenimi kablji je to $250\text{ }^{\circ}\text{C}$; črpalko pa lahko pregrejemo do $350\text{ }^{\circ}\text{C}$, če odstranimo kable, in celo do $450\text{ }^{\circ}\text{C}$, če snamemo še magnetne (Curiejeva temp.). Pregrevanja ionsko-getrske črpalke in prigrajenega UVV sistema do $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ so potrebna po vsakem odpiranju na atmosfero, ker bi sicer zaradi prepočasnega razplinjanja notranjih površin ne dosegli zelenih nizkih tlakov v doglednem času. Pri nekaterih procesih, ki zahtevajo še nižje UVV tlake, so potrebne višje pregrevalne temperature.

6 Konstrukcija in izdelava

Glavni sestavni deli ionsko-getrskih črpalk so: posoda z dvema prirobnicama ter nosilci vložkov in magnetov, vložki črpalnega satja, magneti, visokonapetostna prevodnica, pokrov za transport in posebej še ustrezni visokonapetostni usmernik.

Posoda je varjena po TIG postopku iz nemagnetne nerjaveče pločevine (npr. AISI 304 LN SST), debeline, primerne celotni velikosti. Sesalna prirobnica tipa CF je dimenzionirana za imensko črpalno hitrost, mala prirobnica, ki omogoča priključke visoke napetosti, pa je običajno CF 16. Pri večjih črpalkah (nad 100 l/s) so vložki izmenljivi skozi sesalno odprtino, pri manjših pa so vgrajeni za stalno. Vložki so sestavljeni iz strukture cevk (nerjavno jeklo, navadno $\phi 18 \times 26$ mm), iz keramičnih izolatorjev in iz okvirja, katerega del so tudi Ti-plošče. Izolatorji so zavarovani pred naprševanjem z labirintnimi ščiti, kajti ločujejo od okvirja anodno satje ($5-7$ kV), ki je vstavljeno v steno posode. Vsak proizvodnjalec ima svojo izvedbo visokonapetostne prevodnice na CF16 prirobnici; prilagojena je na eni strani priključku na črpalne vložke, na drugi pa visoko napetostnem kablju napajalne enote. Magneti so navadno feritni, zunaj povezani z jarmom iz mehkega železa in pokriti z okrasnim pokrovom. Nekateri proizvajalci ponujajo alternativno tudi močnejše magnetne (tipa Sm-Co), ki so veliko lažji, vendar tudi dražji. V reži enega para, kamor sega črpalni izrastek posode, morajo ustvarjati polje $0,10 - 0,15$ T. Jarem in pokrovi so oblikovani tako, da čim bolj onemogočijo razsejanje magnetnega polja v okolico črpalke. V notranjosti ni nobenih navojnih zvez ali drugih slepih črpanj, ki bi lahko predstavljale navidezna (virtualna) puščanja.

Za doseganje zelo nizkih tlakov (npr. 10^{-11} mbar) v kateremkoli sistemu je potrebno čim bolj zmanjšati razplinjanje. V kolikor ne zagotovimo maksimalne čistoče same črpalke, se lahko zgodi, da postanese večji izvir plinov kot recipient. Zato je ves proizvodni proces podvržen strogemu režimu UVV čistih postopkov. Že izhodne materiale se izbira najboljše: jeklo s čim nižjim % ogljika, dušika in vodika (po možnosti izdelano z elektro postopkom), čist titan in Al_2O_3 -keramiko. Po strojnih obdelavah, poliranju ali finemu peskanju notranjih površin, varjenju in standardnih čiščenjih pride na vrsto montaža črpalnih elementov (satje, keramika, titan). Le-te se pred vgradnjo razplinja s prežarevanjem na cca $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ pri 10^{-5} mbar več ur; glavni namen je izgon vodika iz globine katodnega

materiala. Sestavljeno črpalko v proizvodnem procesu zaprejo s CF pokrovom, ki je preko bakrene cevke povezan na drug črpalni sistem in električno priključijo na visokonapetostni usmernik. Proizvajalec sedaj vklaplja po preizkušnem receptu zunanje in notranje črpanje ob istočasnem segrevanju za popolno razplinjenje ohišja in vgrajenih delov. Če meritve kažejo, da je vse v redu, odščipnejo bakreno cevko (z mrzlim zvarom) in ionsko-getska črpalka je pripravljena za uporabo.

7. Razvoj ionsko-getske črpalke na IEVT

Aktivnosti sodelavcev oddelka "Vakuumski sistemi in komponente" na IEVT in mnogih sodelavcev drugih znanstveno-raziskovalnih skupin, ki se zavzemajo za gradnjo slovenske žarkovne linije pri tržaškem sinhrotronu, je omogočila domači in mednarodni (Copernicus) projekt, kjer eden v celoti, drugi pa delno naroča razvoj ionsko-getske črpalke. Za mladi oddelek "Vakuumski sistemi in komponente" na IEVT so ta dejstva pomenila vabljen izziv. V okviru te naloge je bil do sedaj izdelan prototip diodne črpalke, velikosti približno 120 l/s in s premerom sesalne odprtine 100 mm. Razvit je bil visokonapetostni napajalnik ter zgrajen merilni sistem za testiranje. Izvedenih je bilo že več poskusnih zagonov in ustreznih meritev. Pri tem so zavzeto sodelovali in se izpopolnjevali nekateri mladi raziskovalci in tehniki.

8 Sklep

Ionsko-getske črpalke zagotavljajo čisto obratovanje brez kakršnekoli kontaminacije, črpajo bolj ali manj vse pline in imajo dolgo obstojnost. Omogočajo velike črpalne hitrosti ter se odlikujejo z hitrim začetnim črpanjem in stabilnim delovanjem. Nimajo vrtečih se delov, ne potrebujejo vode ali tekočega dušika, poraba energije pa je majhna in se samodejno prilagaja tlaku. Njihovo glavno delovno območje se razteza med $5 \cdot 10^{-4}$ in 10^{-10} mbar in še niže. So značilen UVV element z razmeroma malo sestavnimi deli, vendar izdelava vključuje nekaj zahtevnih postopkov visokih tehnologij.

8. LITERATURA

- /1/ M. Audi, M. Simon: Ion pumps, Vacuum 37 (1987) 629-636
- /2/ E.D. Berners: Rebuilding ion pump elements for longer life, Rev. Sci. Inst. 57 (1976) 5
- /3/ W. Bachler, Optimale Ausnutzung des Magnetfelder bei Ionen Zerstauben Pumpen
- /4/ Varian tech. book: Basic Vacuum Practice, McGraw Hill, 1989
- /5/ Prospekti različnih proizvajalcev
- /6/ M.H. Hablanian: High vacuum technology, Marcel Dekker INC, NY and Basel, 1990
- /7/ M. Wutz, H. Adam, W. Wachler: Theorie und Praxis der Vakuumtechnik, F. Vieweg & Sohn Verlag GmbH, Braunschweig, 1982
- /8/ N.S. Harris: Modern Vacuum Practice, McGraw Hill, 1989

Članstvo v Eurolab Slovenija

Sredi leta 1992 je iniciativna skupina sedmih predstavnikov preskusnih laboratorijev, Urada za standardizacijo in meroslovje (USM) in Zveze inženirjev in tehnikov Slovenije (ZITS) ustanovila Sekcijo preskusnih laboratorijev pri ZITS, ki predstavlja nacionalno vejo Evropske organizacije za preskušanje (EUROLAB) in je bila na generalni skupščini Eurolab januarja 1993 sprejeta v članstvo kot opazovalka.

Slovenija kot opazovalka ni imela nikakršnih obveznosti, s tem pa tudi ne možnosti aktivnega delovanja. V Eurolab je Slovenijo zastopal direktor USM, pri čemer je USM, kolikor je bilo mogoče, tudi populariziral delo Eurolaba z objavami v Sporočilih in s spodbujanjem udeležbe na prireditvah Eurolaba, kot je bila npr. organizacija udeležbe na Simpoziju Eurolab aprila 1994.

Na zadnji skupščini, januarja 1996, pa je bil status Slovenije spremenjen v pridruženo članico. S tem se odpirajo povsem nove možnosti aktivnega sodelovanja, pa tudi seveda obveznost plačevanja članarine. Zato je napočil trenutek, da se Euro-

lab v Sloveniji vzpostavi kot širše interesno združenje preskusnih, analitskih in kalibracijskih laboratorijev v Sloveniji. O namenu in prednostih, ki jih prinaša članstvo v takšnem združenju, preberite v *Izhodiščih za delovanje slovenskega združenja preskusnih in kalibracijskih laboratorijev, Eurolab Slovenija*.

Če vas zanima sodelovanje pod navedenimi pogoji, odgovorite, prosimo, na vprašanja iz Vprašalnika za včlanitev v Eurolab Slovenija, ki je objavljen na zadnjih straneh Sporočil, in ga izpolnjenega vrnite na Urad za standardizacijo in meroslovje, z oznako "EUROLAB Slovenija".

V novembru 1996 (predvidoma 7. novembra 1996) nameravamo organizirati skupščino vseh laboratorijev, ki se želijo včlaniti v Eurolab. Skupaj s skupščino bo potekal tudi seminar z naslovom: *Zagotavljanje kakovosti v laboratorijih*, ki bo obravnaval praktične vidike uvajanja sistema kakovosti v preskusne, analitske in kalibracijske laboratorije.