

## VSEBINA

- Razstavljeni vakuumski kriostat, hlajen s tekočim dušikom
- Rentgenska fluorescenčna analiza v vrstičnem elektronskem mikroskopu
- Plazma
- Redukcija tankih kovinskih oksidov s plazmo
- Evropska vakuumška konferenca EVC-1
- Povezovanje za tehnološki napredek v vakuumski projekt
- Priprave na četrto združeno vakuumško konferenco Jugoslavije, Avstrije in Madžarske
- 57. seja IO IUVSTA
- Članstvo DVTS v letu 1987
- Koledar
- Kratke novice

## RAZSTAVLJIVI VAKUUMSKI KRIOSTAT NA HLAJENJE S TEKOČIM DUŠIKOM (77K)

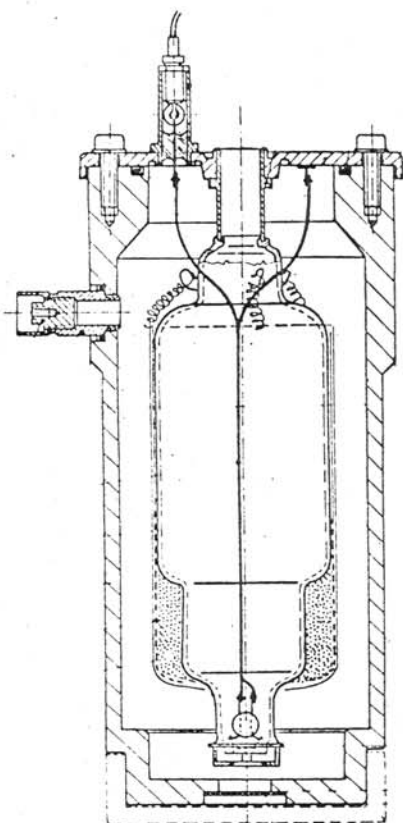
### UVOD

Polprevodniški senzori infrardeče (IR) svetlobe z valovno dolžino med 8 in 14  $\mu\text{m}$  delujejo le, če so hladnejši od okolice. Zato te IR senzore vgrajujemo v vakuumške kriostate, ki opravljajo dvojno nalogo: v njih senzor hladimo, obenem pa ščitijo senzor pred kvarnimi atmosferskimi vplivi. Senzorje hladimo na več načinov. Med temi je dokaj enostavno hlajenje s tekočim dušikom. Zato smo na IEVT razvili kriostat, v katerem hladimo IR senzore s tekočim dušikom. V članku je opisan tak kriostat in njegove vakuumške ter termične lastnosti.

### OPIS KRIOSTATA

V bistvu je ta kriostat dewar posoda, ki se jo da razstaviti in zato omogoča hitro menjavanje vzorcev. Zunanji del posode je narejen iz aluminija. Vdelano ima germanijevo okno, ki prepušča IR svetlobo. Notranja posoda je narejena iz stekla in je privarjena na prokronski pokrov. Ker je steklo slab prevodnik toplote, je vanj vtaljena kovarska ploščica, ki omogoča toplotni stik med senzorjem in tekočim dušikom v posodi. Črpalni dulec in pokrov posode sta tesnjena z vitonskima tesnilkama.

Prerez kriostata je prikazan na sliki 1.



**Sl. 1: Prerez kriostata. Ob zoženem spodnjem delu notranje posode je nameščeno sorpcijsko sredstvo.**

Zaradi razplinjevanja sten posode in permeacije plinov skozi tesnilke naraste tlak v tej posodi kmalu po črpanju nad 1 mbar. Pri tem tlaku pa, zaradi močnega prevajanja toplotne energije med stenama posode, iz nje izpari tekoči dušik v eni uri. Zaradi močnega toka v notranjost posode se zunanja posoda in z njo vred germanijevo okno ohladi in orosi, kar onemogoči kvaliteto merjenje sensorja. Prevajanje toplote skozi stene posode mora biti torej tako majhno, da ni rosenja. Zmanjšano prevajanje toplote pa tudi upočasnijo izparevanje tekočega dušika, tako da le - ta izpareva iz posode več ur.

### PREVAJANJE TOPLOTNE ENERGIJE V KRIOSTAT

Oglejmo si sedaj mehanizme prevajanja toplotne energije. Toplotni tok priteka od tekočega dušika na dva načina: prvi je prevajanje skozi steni kriostata in razredčen plin med njima, drugi pa je sevalno gretje.

Prevajanje skozi steni kriostata je razdeljeno na tri faze: prevajanje skozi aluminijasto zunanjo steno, skozi razredčen plin in skozi notranjo steno posode. V ravnovesnem stanju teče skozi vse tri plasti enak tok. Velikost toplotnega toka je odvisna od toplotnih prevodnosti obeh sten in vmesnega prostora. Toplotni prevodnosti sten lahko zmanjšamo tako, da odebelimo steni, kar pa ni razumno. Pač pa lahko z zmanjšanjem tlaka zelo zmanjšamo toplotno prevodnost vmesnega prostora.

Prevajanje toplote v plinu namreč poteka na dva

načina. Prvi je viskozno prevajanje. Gostota molekul je tako velika, da molekule s trki med seboj in med stenama posode prenašajo toplotno energijo iz toplejšega na hladnejši del posode. Pri drugem, molekularnem prevajanju, pa je plih redek. Povprečna prosta pot molekul je večja od razdalje med posodama. Molekule prenašajo toploto direktno med stenama posode. Ker je molekul manj, prenesejo do notranje stene manj toplote. Zato mora biti v posodi tako majhen tlak, da je prevajanje toplote v molekularnem področju. Ker je razdalja med stenama posode približno 1 cm, mora biti tlak manjši od 5.10 milibara.

Sevalno prevajanje toplote pa poteka takole: zunanja stena posode izseva proti notranji IR žarke, ki jih slednja absorbira. Ta tok je sorazmeren s četrto potenco temperaturne razlike med stenama. Če na notranjo posodo naneseemo snov, ki odbija IR žarke, ta toplotni tok ustavimo. Najbolj primeren način je, da posodo ovijemo s folijo iz umetne snovi, na katero je naparjena tenka plast aluminija. Deset ovojev take folije skoraj popolnoma prepreči sevalno gretje.

### SORPCIJSKO ČRPANJE

Da ostane tekoči dušik več ur v posodi, mora biti tlak v njej tako nizek, da je prenos toplote molekularen. Vendar pa tlak zaradi razplinjevanja sten posode in permeacije plinov skozi tesnilke kmalu po črpanju naraste nad 1 mbar. Tega se ne da odpraviti niti z dolgotrajnim črpanjem.

Začasno se da počrpati residualne pline z vgrajenim sorpcijskim sredstvom. Sorpcijsko sredstvo mora biti nameščeno tako, da je čim dalj ohlajeno s tekočim dušikom. Zato smo ga namestili ob spodnji del notranje posode.

Tlak v posodi je nizek le, ko je vanjo natočen tekoči dušik. Ko tekoči dušik izpari, se kmalu vrne na prejšnjo vrednost. Sorpcijsko sredstvo namreč pri ogrevanju sprošča pline, ki jih je vezalo vase ob ohlajevanju.

Za sorpcijsko sredstvo smo uporabili aktivno oglje. Njegova aktivna površina je 500 do 2500 m<sup>2</sup>/g. Za črpanje naše posode je potrebno najmanj 2 g. Mi smo ga uspeli spraviti v koš na notranji posodi v količini 2 do 5 g. Zanj smo se odločili, ker se ga da regenerirati brez gretja. Dovolj je nekajurno črpanje. Seveda se oglje bolje regenerira, če ga obenem grejemo. Gretje pa je zamudno in uniči sensor. Sensor namreč zdrži le kakih 60 do 80 °C, nad to temperaturo pa se v njem pojavijo ireverzibilne spremembe.

Oglje je v primerjavi z drugimi sorpcijskimi sredstvi (npr. zeoliti) dober prevodnik toplote. Ker se ves hitro ohladi, začne takoj črpati. S tem se prepreči kondenzacija residualnih plinov na sensorju.

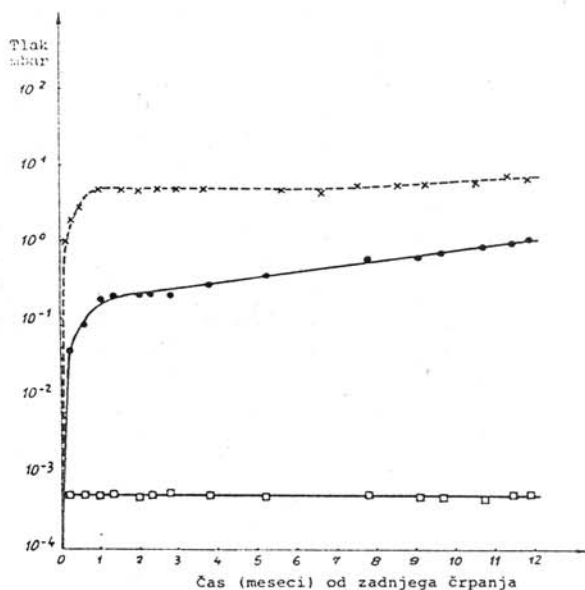
### MERITVE IN REZULTATI

Na IEVT smo skonstruirali in pomerili lastnosti več razstavljenih dewar posod. Tlak v njih smo merili z vgrajeno Pirani žičko. Temperaturo na kovarski ploščici smo zaznavali s polprevodniško diodo.

Vakuumske lastnosti so presegle naša pričakovanja, saj te posode zadržijo v sebi 45 ml tekočega dušika več kot dve uri in pol še eno leto po zadnjem črpanju s tur-

bomolekularno črpalčko. Sprva smo namenili te posode le za merjenje občutljivosti naših senzorjev pred vgradnjo v trajno zaprte posode. Zato so bile skonstruirane tako, da se jih da hitro razstaviti in sestaviti. To je omogočilo merjenje večjih senzorjev v enem dnevu. Izkazalo pa se je, da so uporabne za vgradnjo v IR detektorje.

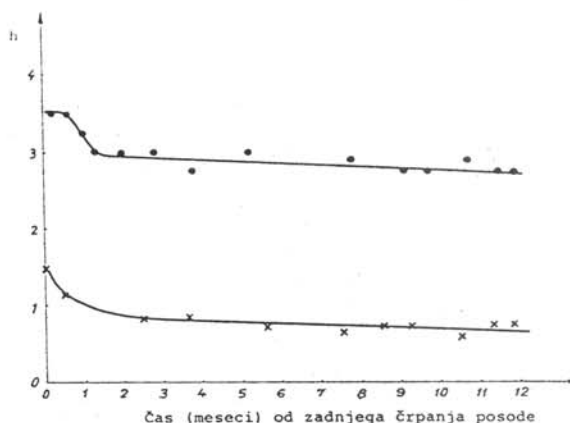
Dolgotrajni potek tlaka smo merili v dveh popolnoma enakih posodah. V eno smo dali 2,5 g oglja, v drugo pa ne. Rezultati so prikazani na sliki 2. Aktivno oglje se še po enem letu ni zasitilo.



Sl. 2: Primerjava časovne odvisnosti tlaka v dewar posodah

x - dewar posoda brez sorpcijskega sredstva, sobna temperatura  
• - dewar posoda s sorpcijskim sredstvom, sobna temperatura  
o - dewar posoda s sorpcijskim sredstvom, sorpcijsko sredstvo ohlajeno na 77 K

Na sliki 3 pa je prikazan čas zadrževanja tekočega dušika v dewar posodi. Po približno enem mesecu je ta čas postal konstanten. Fluktuacije so odvisne od temperature v sobi in od količine dušika, ki smo ga vili. Upad tega časa je glede na čas, ki je potekal od poslednjega črpanja, komaj opazen.



Sl. 3: Čas držanja tekočega dušika v dewar posodi

• - dewar posoda s sorpcijskim sredstvom  
x - dewar posoda brez sorpcijskega sredstva

## SKLEPI

Uspelo nam je izdelati razstavljivo dewar posodo, ki dolgo časa drži zaželjen tlak. Pomagali smo si z zvijačo: vanjo smo vgradili majhno sorpcijsko črpalčko. Za kvantitativno opazovanje dogajanja v posodi smo vanjo vgradili Pirani žičko in termometer. Tako smo lahko preverili naša teoretična izvajanja. Med njimi in med meritvami ni bilo razhajanj.

## LITERATURA

1. J. Strnad: Fizika, prvi in drugi del, DFMA, Ljubljana 1985.
2. N. I. Koniškin & M. G. Širkevič: Priročnik elementarne fizike, TZS, Ljubljana 1974.
3. I. Kuščer & S. Žumer: Toplota in Statistična mehanika, DFMA, Ljubljana, 1977.
4. P. M. Morse & H. Feshbach: Methods of Theoretical Physics, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York 1953.
5. L. I. Maissel & R. Glang, editors: Handbook of Thin Film Technology, McGraw-Hill, New York 1970.
6. S. Dushman: Scientific Foundation of Vacuum Technique, J. Wiley & Sons, New York 1949.

Marko Kralj, dipl. ing.  
IEVT, Ljubljana

## RENTGENSKA FLUORESCENČNA ANALIZA V VRSTIČNEM ELEKTRONSKEM MIKROSKOPU

### POVZETEK

V članku je prikazan dodatek, ki v vrstičnem elektronskem mikroskopu opremljenim z energijsko disperzijskim detektorjem rentgenskih žarkov omogoča rentgensko fluorescenčno (x-ray fluorescence - XRF) analizo. Narejena je primerjava med rentgensko fluorescenčno analizo in elektronsko mi-

kroanalizo. Za primerjavo smo izbrali standardno steklo DGG I.

### UVOD

V vakuumski tehniki so često uporabljajo stekla s točno definiranimi lastnostmi, zato je poznavanje kemijske sestave stekel zelo važno. V primeru, ko je vzorec majhen in kadar je potrebna nedestruktivna analiza, pogos-

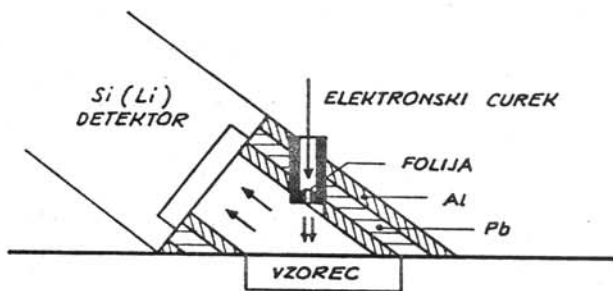


to izberemo vrstični elektronski mikroskop opremljen z analizatorjem rentgenskih žarkov. Če je detektor rentgenskih žarkov energijsko disperzijski, bi bila poleg elektronske mikroanalize mogoča tudi rentgenska fluorescenčna analiza. Dodatek, ki omogoča rentgensko fluorescentno analizo, smo na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko naredili in podana je primerjava med obema vrstama analize.

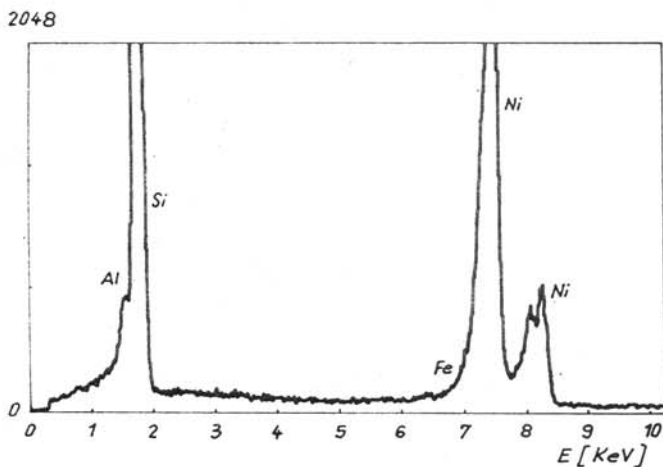
Prednosti rentgenske fluorescenčne analize so v tem, da je meja detekcije do 1000x nižja kot pri elektronski mikroanalizi in da lahko analiziramo brez predhodne priprave električno neprevodne vzorce, kot tudi vzorce občutljive na elektronski snop. Pri prehodu iz elektronske mikroanalize na rentgensko fluorescenčno analizo pa žal izgubimo dobro površinsko ločljivost.

### MERITVE

Meritve smo izvršili v vrstičnem elektronskem mikroskopu JEOL JSM-35, ki je opremljen z energijsko disperzijskim spektrometrom rentgenskih žarkov TRACOR TN-2000. Shema dodatka za rentgensko fluorescenčno analizo je na sliki 1. Energija primarnih elektronov s katerimi smo vzbujali nikljevo folijo, je bila 35keV.



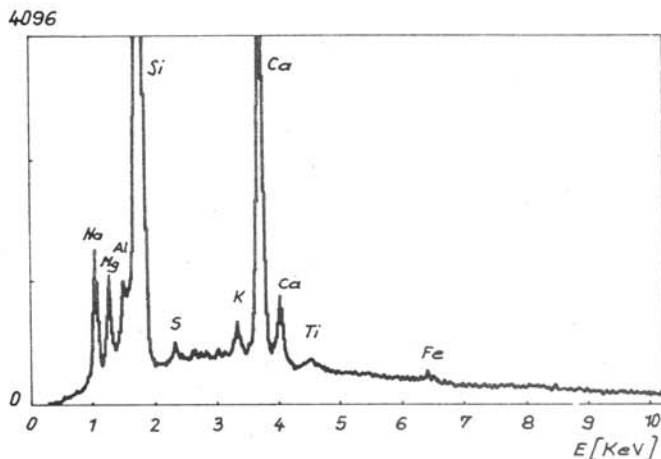
Sl. 1: Shema dodatka za rentgensko fluorescenčno analizo v vrstičnem elektronskem mikroskopu.



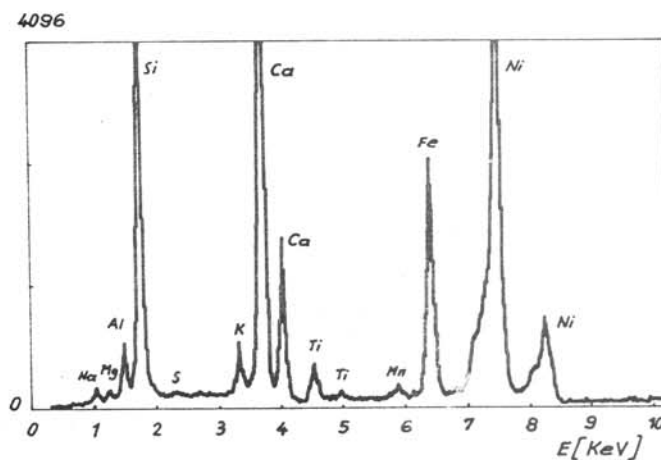
Sl. 2: Spektar rentgenskih žarkov, ki ga dobimo pri rentgenskem vzbujanju zelo čiste Si ploščice.

Nastale rentgenske žarke smo prepuščali le v ozkem snopu proti vzorcu in sicer tako, da je bil premer snopa na vzorcu 3 mm. Precej truda smo vložili v senčenje vseh ostalih virov sevanja, ki bi v spekter prispevali moteče vrhove. Testni spekter (sl. 2) je posnet na

silicijevi ploščici velike čistosti. V tem spektru se poleg vrhov Ni in Si, pojavljata še šibek vrh Al (ohišje dodatka) in zanemarljivo velik vrh Fe, ki je motnja. Primerjavo med obema metodama smo naredili na standardnem steklu DGG I (glej sliki 3 in 4).



Sl. 3: Spektar rentgenskih žarkov, ki ga dobimo pri elektronskem vzbujanju gorca DGG I.



Sl. 4: Spektar rentgenskih žarkov, ki ga dobimo pri vzbujanju vzorca DGG I z rentgenskimi žarki.

### REZULTATI

Razlika med obema metodama analize se najbolj vidi iz tabele 1. Vidimo, da se elementi do žvepla bolje vzbujajo z elektroni, elementi od žvepla do kobalta pa z rentgenskimi žarki Ni K. Najbolj očitno povečanje občutljivosti je v primeru Fe, za katerega se občutljivost poveča za 120 x. Iz tabele 1 lahko zaključimo tudi to, da se elementi tem bolj vzbujajo, čim manjša je razlika med energijo vzbujevalne rentgenske črte in njihovim absorpcijskim robom. Seveda se vzbujajo le elementi, katerih absorpcijski rob je energijsko nižji, kot pa je energija vzbujevalne črte.

Dodatek za rentgensko fluorescenco je skonstruiran tako, da je folijo mogoče zamenjati in s tem premakniti najbolj občutljivo področje na večino elementov.

**Tabela 1: Razmerje signal-ozadje\* za elemente v standardnem steklu DGG I.**

Element	Sestava (ut.%)	Vzbujanje z elektroni	Vzbujanje z rent. žarki.
Na	11.1	17.9	7.0
Si	33.5	189.2	135.4
S	0.17	2.0	2.6
K	0.32	3.6	11.2
Ca	4.8	63.5	278.7
Ti	0.08	0.93	26.2
Mn	ni podan	ni opazen	6.4
Fe	0.13	1.15	139.6

\* Za razmerje signal-ozadje je vzeto razmerje med integralom vrha nad ozadjem in ozadjem na mestu vrha.

### ZAKLJUČEK

Rezultati rentgenske fluorescenčne analize kažejo občutno izboljšanje občutljivosti za elemente, katerih energije rentgenskih žarkov so večje od 3keV, poleg tega lahko električno neprevodne vzorce analiziramo brez predhodnega naparevanja. Kljub povečanju

analiznega področja lahko analiziramo razmeroma majhne vzorce. S tem dodatkom se je uporabnost vrstičnega elektronskega mikroskopa še povečala in z razmeroma majhnimi stroški smo dobili aparaturo, ki nadomešča drag tovrsten instrument.

### LITERATURA

1. Middleman, L. M. and geller, J. D.: „Trace Element Analysis Using X-ray Excitation with an Energy Dispersive Spectrometer on a Scanning Electron Microscope“. Scanning Electron Microscope 1, 172. (1976)
2. A. van Riessen and K. W. Terry: „X-ray Induced X-ray Fluorescence In a JSM-35C Scanning Microscope“ JEOL News Vol 20E No 3
3. Pozsgai I.: „Detection Limits of Energy Dispersive X-ray Fluorescence Analysis in the Scanning Electron Microscope“. 8 European Congres on Electron Microscopy, Budapest, Hungary 13.- 18. August 1984
4. Zulliger, H. R. and Stewart, W. D.: „Bulk Mode Analyses in Scanning Electron Microscopes“. Internationoratory, September/October. 35 (1977)

*Peter Pavli, dipl. ing.  
IEVT, Ljubljana*

## PLAZMA

Plazma je mešanica treh plinov: plina nevtralnih atomov ali molekul, plina elektronov in plina ionov. Kljub temu, da so v plazmi prisotni prosti nabiti delci, je plazma navzven nevtralna, saj naboj ene vrste kompenzira naboj druge vrste. V nasprotju z navadnim plinom plazma prevaja električni tok. Prevodnost plazme je odvisna od gostote nabitih delcev v njej in je lahko celo večja od prevodnosti kovin. Vodikova plazma, na primer, ki jo pri atmosferskem pritisku segrejemo do  $10^6\text{K}$ , ima prevodnost kot baker pri sobni temperaturi. Če temperaturo plazme povečamo, se njena električna prevodnost poveča. Plazemska temperatura reda velikosti  $10^6\text{K}$  je tipična za eksperimente v termonuklearnih reaktorjih.

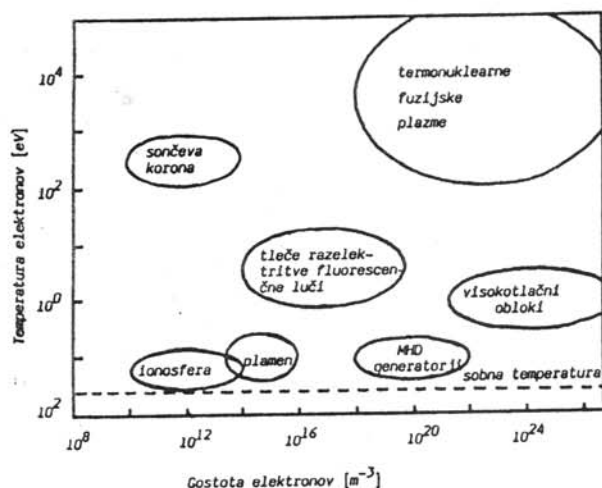
Plazmo lahko generiramo tako, da spustimo skozi plin električni tok. Ker je plin pri sobni temperaturi odličen izolator, je treba v plinu najprej generirati zadostno število nosilcev naboja. Ta proces je znan kot preboj in obstaja mnogo načinov, kako to doseči.

Ob preboju se v plinu med dvema elektrodama vzpostavi prevodna nit, po kateri steče tok. Takšen način vzpostavitve razelektritve je najbolj pogost, ni pa edini. Za nekatere aplikacije je ugodnejše, da generiramo plazmo z brezelektrodno RF razelektrivjo, z mikrovalovi, lasersko svetlobo ali curki visokoenergijskih delcev. Končno lahko generiramo plazmo tudi z gretjem plinov (par) v visokotemperaturnih pečeh. Zaradi temperaturnih omejitev je ta metoda omejena na kovinske pare z nizkim ionizacijskim potencialom.

V nadaljnjem razmišljanju se omejimo na plazme, ki jih generiramo z električno razelektrivjo. V načelu razdelimo tovrstne plazme v dve skupini. Prve so „vroče“ ali ravnovesne plazme, v kateri imajo težki delci približno enako temperaturo kot lahki delci. V takšnih plazmah je vzpostavljeno termodinamsko ravnovesje, ali natančneje lokalno termodinamsko ravnovesje. Imenujemo jih tudi termične plazme. Lokalno termično ravnovesje ne pomeni zgolj kinetičnega ravnovesja ( $T_e = T_h$ , kjer je  $T_e$  temperatura elektronov,  $T_h$  pa temperatura težkih delcev), ampak tudi kemijsko ravnovesje (gostote delcev so odvisne edinole od temperature). Tipični primeri termičnih plazem so plazme, ki jih generiramo v visokotlačnih oblokih, plazemske baklje in nekatere visokointenzivne RF razelektritve.

Drugi tip plazem imenujemo „hladne“ ali neravnovesne plazme. Za razliko od termičnih plazem se hladne plazme odlikujejo po visokih temperaturah elektronov in nizkih temperaturah težkih delcev ( $T_e \gg T_h$ ).

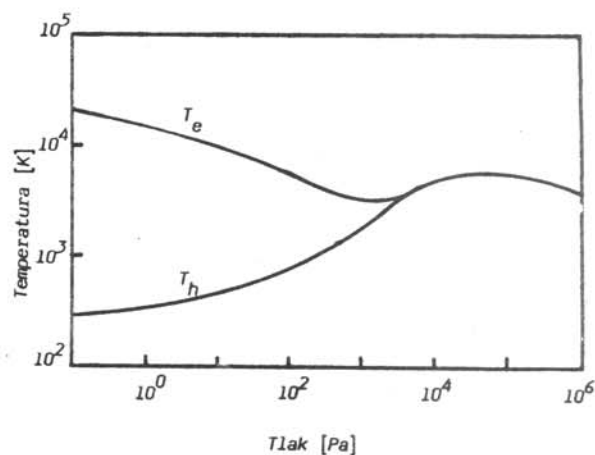
Tipični primeri za hladne plazme so različne oblike tlečih razelektritev, nizkointenzivne RF razelektritve in korone. Termične in neravnovesne plazme pokrivajo široko območje elektronskih temperatur in gostot. Na sliki 1 je narisana približen pregled plazem za različne temperature in gostote elektronov. Elektronska temperatura je podana v elektronvoltih, pri čemer ustreza  $1\text{eV} = 11600\text{K}$ .



Sl.1: Klasifikacija plazem

Splošni kriterij za razlikovanje med vročimi in hladnimi plazmami je razmerje med jakostjo električnega polja in tlakom ( $E/p$ ) ali med jakostjo električnega polja in gostoto nabitih delcev ( $E/N$ ). Ta kriterij izraža energijsko izmenjavo med elektroni in težkimi delci v plazmi. Zmenjava je velika pri veliki gostoti nabitih delcev ali pri visokem tlaku. Močno električno polje poveča presežek energije elektronskega plina, zato je za termične plazme značilno majhno razmerje  $E/p$  ali  $E/N$ . Za hladne plazme je to razmerje večje, običajno za več velikostnih razredov. Slika 2 kaže razliko med temperaturo elektronov in temperaturo težkih delcev v električnem oblaku v odvisnosti od tlaka.

Plazemske tehnologije so danes nepogrešljive pri proizvodnji zahtevnih izdelkov. Termične plazme uporabljamo povsod tam, kjer zahtevamo dobro fokusirano termično energijo. Tipične temperature, ki jih dosežemo v plazemskih pečeh, so večje od 2000 K - 3000 K. Moči, ki jih na ta način dosežemo, so med 10 kW in 100 MW. Takšne plazme uporabljamo za taljenje in varjenje, nanašanje plasti, ojačevanje kovin in pripravo posebnih zlitin. Podrobnejši pregled uporabe termičnih plazem je npr. v delu *Plasma Processing and Synthesis of Materials*, ed. by J. Szekely and D. Apelian, Elsevier Science Pub., Co., New York (1984).



Sl.2: Razlika med temperaturo elektronov in temperaturo težkih delcev v odvisnosti od tlaka za električni oblak.

Uporaba neravnovesnih plazem obsega čiščenje kovinskih površin (1), kemične in fizikalne spremembe površin (2), jedkanje (3), nanašanje tankih plasti (4) in kemične reakcije v plazmi (5).

#### Literatura:

- (1) F. Breclj, M. Mozetič, Poročilo za RSS, IEVT, Ljubljana (1986), (1987).
- (2) O. Auciello, R. Kelly, *Ion Bombardement Modification of Surfaces*, Elsevier, Amsterdam (1984).
- (3) B. Chapman, *Glow Discharge Processes*, Wiley, New York (1980).
- (4) A. Belič, Raziskava parametrov nanašanja kovinskih plasti s katodnim razprševanjem v plazmi, IEVT (1967).
- (5) H.V. Boenig, *Plasma Science and Technology*, Cornell University Press, London (1982).

Miran Mozetič, dipl.ing.  
IEVT, Ljubljana

## REDUKCIJA TANKIH PLASTI KOVINSKIH OKSIDOV S PLAZMO

### UVOD

V zadnjih desetletjih so postale plazemske tehnologije nepogrešljive pri izdelavi zahtevnih delov za elektroniko. Uporaba plazme obsega odprševanje in nanašanje tankih plasti (1), (2), jedkanje (3), (4), (5), kemične reakcije v plazmi (6), (7), (8) v zadnjem času pa tudi čiščenje površin s plazmo. Eno od pomembnejših področij čiščenja je redukcija kovinskih oksidov.

Že koncem sedemsetih in v začetku osemdesetih let

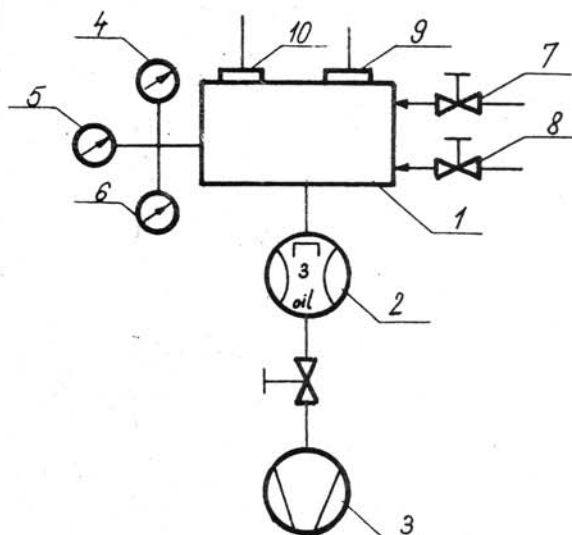
so odkrili, da je mogoče z uporabo nizkotlačne vodikove plazme doseči izredno čiste površine v tokamakih (9), (10), (11), (12), (13). Metodo so kasneje izpopolnili in danes jo uporabljajo tudi v druge namene, na primer za doseganje izredno čistih površin silicija (14).

Na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko v Ljubljani smo se odločili, da ugotovimo možnosti za plazemsko čiščenje kovinskih recipientov, ki pri uporabi zahtevajo zelo čiste površine. Z nizkotlačno šibko ionizirano vodikovo plazmo nameravamo čistiti

bakrene elektrode vakuumskih kondenzatorjev.

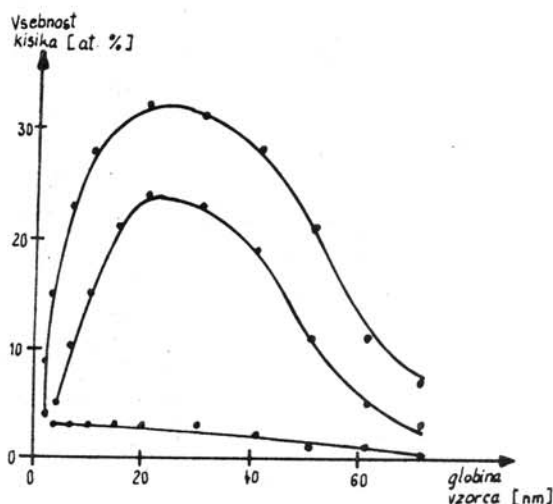
## REDUKCIJA BAKROVEGA ODSIDA Z VODIKOVO PLAZMO

Za poskuse smo izdelali vakuumski sistem, ki je shematično prikazan na sliki 1.



Sl. 1 Shema vakuumskega sistema.

1-prostor za poskuse, 2- difuzijska črpalka, 3- rotacijska črpalka, 4-, 5-, 6-vakuummetri, 7-ventil za vpust dušika, 8-precizni visokovakuumski ventil za vpust dušika, 8-precizni visokovakuumski ventil za vpust vodika, 9-koaksialni skožnik (k VF generatorju), 10-šestžilni skožnik (k instrumentom).



Sl. 2 Vsebnost kisika v površinski plasti bakrene ploščice v odvisnosti od globine. Parameter je čas delovanja plazme.

Pri razvoju vakuumskega sistema nas je vodila želja po čimvečji prilagodljivosti za kasnejše potrebe in cenenost izvedbe. Prostor za poskuse s plazmo je steklen zvon premera 25 cm in višine 40 cm. Povezava med

sondami in merilnimi instrumenti poteka preko šestžilnega skožnika. Z visokofrekvenčnim generatorjem vzbujamo plazmo induktivno s pomočjo tuljave, ki je navita okrog zvona. Kadar pa želimo doseči znotraj zvona v majhnem prostoru veliko gostoto polja, napoljemo VF napetost skozi poseben koaksialni skožnik direktno v zvon. Vakuum v zvonu dosežemo z rotacijsko in difuzijsko črpalko. Tlak merimo z vakuummetrom pirani-pennig PPV-30 domače izdelave in ionizacijskim vakuummetrom bayard-alpert IM-30 znamke Leybold-Heraeus.

Doslej smo opravili nekaj poskusov z bakrovim oksidom. Bakrene ploščice smo 25 minut žarili pri temperaturi 300 C, tako da se je na njih nabrala približno 70 nm debela plast oksida. Ploščice smo potopili v šibkoionizirano vodikovo plazmo pri tlaku 100 Pa in jih reducirali po vrsti 5, 9 in 120 minut. Vsebnost kisika v površinski plasti vzorca smo določili s spektrometrijo Augerjevih elektronov. Rezultat je prikazan na sliki 2.

## ZAKLJUČEK

Opravili smo prve poskuse, katerih cilj je bil ugotoviti možnosti za uporabo vodikove plazme pri redukciji tankih plasti bakrovih oksidov. Rezultati kažejo, da redukcija teče že pri sobni temperaturi. V nadaljnjem delu na tej tematiki nameravamo optimizirati hitrost redukcije in raziskati uporabnost metode za odstranjevanje drugih nečistoč, predvsem organskih. Prav tako nameravamo raziskati vpliv nekaterih stranskih pojavov, predvsem poškodb površine, ki so posledica odprševanja in difuzije vodika v kovine.

Čiščenje površin s plazmo lahko predstavlja dopolnitev ali alternativo pregrevanju v vakuumu. Glavna prednost nove metode je prihranek časa, nenadomestljiva pa je v primerih, ko pregrevanje zaradi raznih vzrokov ni možno. Upamo, da bomo uspeli s primerno izbiro parametrov ustvariti razmere, da bo čiščenje s plazmo učinkovito in stranski pojavi zanemarljivi.

## LITERATURA

1. M. Yamashita, Jap. J. Appl. Phys., 26 (5), 721-727 (1987)
2. M. Maeda, T. Makino, Jap. J. Appl. Phys., 26 (5), 660-665 (1987)
3. K. Kohno, T. Imura, Y. Osaka, Jap. J. Appl. Phys., 26 (2), 302-303 (1987)
4. L. Y. Tson, Jap. J. Appl. Phys., 25 (10), 1594-1597 (1986)
5. B. Chapman, Glow Discharge Processes, Wiley, New York (1980)
6. S. Veprek, Pure & Appl. Chem., 48, 163-178 (1976)
7. J. Kiesler, M. Neusch, Thin Solid Films, 118, 203-210 (1984)
8. R. Avni et al., J. Vac. Sci. Technol. A3 (4), 1813-1820 (1985)
9. Y. Sakamoto, Y. Ishibe, Jap. J. Appl. Phys., 18 (2), 385-386 (1979)
10. G. M. McCracken, P. E. Stott, Nucl. Fus., 19 (7), 889-891 (1979)
11. Y. Sakamoto et al., J. Nucl. Mat., 93 & 94, 333-337 (1980)
12. F. Waelbroeck et al., J. Nucl. Mat., 93 & 94, 839-846 (1980)
13. N. Noda et al., J. Nucl. Mat., 111 & 112, 498-501 (1982)
14. Q. Z. Gao, T. Harin, S. Ono, Jap. J. Appl. Phys., 26 (10), L1576-L1578 (1987)

France Brecelj, dipl. ing.  
in Miran Mozetič, dipl. ing.  
IEVT, Ljubljana



## EVROPSKA VAKUUMSKA KONFERENCA EVC - 1

Na univerzi Salford v Manchestru v Veliki Britaniji je bila 11. - 15. aprila 1988 prva evropska vakuumska konferenca. Organiziral jo je Inštitut za fiziko iz Londona, sponzorja pa sta bila IUVSTA in Britansko vakuumsko društvo.

Konferenca se je udeležilo približno 200 strokovnjakov in raziskovalcev predvsem iz evropskih držav. Prisotni so bili tudi predstavniki iz Brazilije, Irana, Iraka, Japonske, Jordanije, Kanade, Singapura in ZDA. Predstavljeno je bilo 88 referatov in 25 postrov.

Jugoslavijo so zastopali le člani DVTS z dvema referatoma in enim postrom. Konferenca so se udeležili M. Nemanič, J. Šetina in A. Zalar (IEVT) in D. Kohlenbrand (ISKRA - Žrnice).

Večina udeležencev je bila nastavljena v študentskih sobah v univerzitetnem središču v neposredni bližini prostorov, kjer so se odvijale vse konferenčne aktivnosti.

Predavanja so bila razdeljena v dve sekciji:

### A - Vakuumski sistemi

Predstavljeno je bilo načrtovanje in gradnja velikih pospeševalnikov in simulatorjev pogojev v vesolju ter črpanje in računalniška kontrola teh sistemov.

Črpanje in črpalke

Nakazani so bili problemi in rešitve pri črpanju korozivnih in strupenih plinov, ki se uporabljajo ali nastajajo predvsem pri tehnoloških procesih v mikroelektroniki. Bilo je tudi več referatov o brezoljnih predčrpalkah, ki so pomembne povsod, kjer želimo tehnološke procese opravljati v čistem ultraviskem vakuumu.

Meritve vakuumu in kalibracija

Večina predavateljev s tega področja je obravnavala vakuumske sisteme za kalibracijo merilnikov in natančnost obstoječih metod. Za merjenje visokega in

ultraviskega vakuumu izkoriščamo lastnosti plina, ki so odvisne od gostote molekul (transportni pojavi, ionizacija). Taki vakuumetri niso absolutni, temveč jih je potrebno umeriti. Nekatere metode kalibracije so standardizirane (za ionizacijske merilnike). Za kalibracijo masnih spektrometrov za določanje sestave plinov še nimamo standardne metode. Dejavnosti na tem področju so na IEVT in v Jugoslaviji žal povsem zapostavljene.

### B - Tanke plasti

Zahteve uporabnikov tankoplastnih struktur (polprevodniških, optičnih in ostalih) s hitrim razvojem naraščajo, kar vpliva na izdelovalce procesne opreme, da se temu prilagodijo. Predstavljenih je bilo precej člankov o avtomatizaciji in računalniškem nadzoru vakuumskih naprav.

Opaziti je iskanje novih tehnik nanašanja tankih plasti, predvsem pri CVD (chemical vapour deposition) pri nizkem tlaku in v plazmi, pri naprševanju vseh vrst.

Posebno zanimivo je bilo vabljen predavanje P. Duvala iz Alcatela, Francija, kjer je nakazal probleme vzdrževalcev vakuumskih sistemov, ki se srečujejo z nevarnimi kondenzati par in stranskih produktov pri nanašanju modernih tankih plasti (pri GaAs). Ekološki aspekti in zdravje osebja, ki skrbi za delovanje naprav skoraj nikjer niso vzeti dovolj resno.

Na razstavi vakuumske opreme, ki je bila organizirana hkrati s konferenco, smo si lahko ogledali dopolnjene programe velikih proizvajalcev vakuumske opreme, kot tudi ponudbo manjših specializiranih firm merilnikov, sestavnih delov in komponent.

*Janez Šetina, dipl. ing.  
in Vinko Nemanič, dipl. ing.  
IEVT, Ljubljana*

## POVEZOVANJE ZA TEHNOLOŠKI NAPREDEK V VAKUUMSKI PROJEKT

Sredi aprila je potekel rok za prijave projektov za sofinanciranje iz zveznega fonda za leto 1988.

Namen zveznega fonda je podpora delovnim in raziskovalno razvojnim organizacijam, ki bodo vlagale v znanstvenoraziskovalne in raziskovalno razvojne programe in projekte. V strategiji tehnološkega razvoja SFRJ (1) so našete smeri tehnološkega razvoja, ki se bodo podpirale iz zveznega fonda. Podpirali se bodo projekti, pri katerih sodelujejo organizacije iz najmanj dveh republik in to zato, ker je osnovni namen zveznih sredstev vzpodbuditi povezovanje in integracijske procese nosilcev tehnološkega razvoja (2). Po nasvetu Republiškega komiteja za raziskovalno dejavnost in tehnologije naj se oblikujejo projekti, katerih vrednost bo znašala od 5 do 20 milijard dinarjev.

V strategiji tehnološkega razvoja je naštetih več področij, ki uporabljajo vakuumsko tehniko. Z

namenom formiranja vakuumskega projekta smo na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko pripravili del programa, za drugi del pa iskali interes pri industriji. Ugotovili smo, da je za področje pridobivanja zelo čistih kovin in zlitin s taljenjem v vakuumu zainteresirana Metalna Mariabor, za razvoj opreme za predelavo kovin v vakuumu in pridobivanje proizvodov v vakuumu pa „Rade Končar“ Zagreb. Od obeh organizacij smo dobili soglasje za formiranje skupnega projekta, zato smo pripravili pobudo za projekt „Vakuumske tehnologije in oprema“, ki bi vseboval obe našeti tehnologiji kot osrednji temi ter še nekaj vakuumskih tehnologij drugih delovnih organizacij in inštituta.

Na pobudo (3) so se prijavi „Rade Končar“, Metalna, Tvornica svečica i industrijske keramike Tešanj, Iskra Avtoelektrika AET Tolmin, Zavodi za raziskavo materiala in konstrukcij, Železarna Ravne, Metalurški



inštitut, FNT Montanistika, Energoinvest, „Nikola Tesla“ Zagreb in Gorenje Servis. Na sestanku v Ljubljani so predstavniki naštetih organizacij predstavili teme, s katerimi so želeli sodelovati v projektu. Dogovorili smo se, da bo koordinator ali Metalna ali „Rade Končar“, odločitev pa bo sprejeta na sestanku v Mariboru. Na sestanku v Metalno je prišel predstavnik Energoinvesta z novo informacijo od predsednika zveznega komiteja za znanost in tehnologijo dr. Matića, da obsežnejši pestro sestavljeni projekti ne bodo uspeli v kandidaturi za zvezna sredstva. Zato sta se Metalna in „Rade Končar“ odločila, da naj ostaneta v projektu le osrednji temi, od ostalih tem pa le tiste, ki so z osrednjima temama v direktni povezavi. IEVT se je odločil, da sodeluje v projektu le z merilniki vakuumu.

Vse, ki so se prijavili na pobudo „Vakuumske tehnologije in oprema“, smo obvestili, da se nekatere teme lahko prijavijo k pobudi „Rade Končarja“ (4) za projekt „Vakuumska sklopna tehnika“, za nekatere pa bo potrebno poiskati druge projekte. Žal „Rade Končarju“ ni uspelo formirati projekta Vakuumska sklopna tehnika za kandidacijo na sredstva iz leta 1988.

Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko je prijavil več tem tudi v druge projekte. V projektu Elektronika in optoelektronika bodočnosti sodelujemo s tankoplastnimi tehnologijami, površinskimi analizami in senzorji. Postopek priprave programov in prijavljanja (5) je bil precej zamuden, deloma tudi zato, ker ni bilo natančnih navodil oziroma pojasnil.

Zdaj je na vrsti Zvezni komitej za znanost in tehnologijo, ki bo s pomočjo ekspertov ocenil prispele predloge in razdelil letošnja sredstva za podporo izbranih projektov.

Rok za predložitev predlogov projektov, ki se bodo začeli leta 1989, je 30. september letos. Do takrat pa bo tudi dokončno jasno, kako oblikovani projekti imajo možnost za pridobitev podpore iz zveznega fonda.

1. Strategija tehnološkega razvoja SFRJ, Uradni list SFRJ 32/87, stran 810
2. Zakon o zagotavljanju in uporabljanju sredstev za spodbujanje tehnološkega razvoja Jugoslavije, Uradni list SFRJ 84/87, stran 2276
3. Ponudba za program: Vakuumske tehnologije in oprema, Uradni list SFRJ 17/88, stran XI
4. Pobuda za projekt: Vakuumska sklopna tehnika, Uradni list SFRJ 18/88, stran VII
5. Navodilo o vsebini pobude za oblikovanje projekta ali programa in predloga za spodbujanje projekta ali programa. Navodilo o načinu priglasitve, izbire in dela izvedencev za ocenjevanje projektov ali programov. Uradni list SFRJ 6/88, stran 162. 164.

*dr. Matjaž Žaucer  
IEVT, Ljubljana*

## PRIPRAVE NA ČETRTO ZDRUŽENO VAKUUMŠKO KONFERENCO JUGOSLAVIJE, AVSTRIJE IN MADŽARSKO

Sredi marca 88 je bilo tiskano in razposlano drugo obvestilo o Četrto združeni vakuumski konferenci Jugoslavije, Avstrije in Madžarske, ki bo od 20. do 23. septembra v Portorožu. To bo doslej največja vakuumska prireditev v naši državi sploh. Naj tu na kratko povemo kako potekajo priprave in zanimivosti v zvezi z njimi:

- v II. obvestilu že najdemo imena strokovnjakov s posameznih področij vakuumske znanosti in tehnike, ki bodo imeli vabljen predavanja na posameznih področjih:

### VAKUUMSKE ZNANOSTI:

R. Dobrozemsky, Seibersdorf, Avstrija  
H. Ishimaru, Ibaraki-Ken, Japonska  
G. V g , Budimpešta, Madžarska  
J. Fremery, Juelich, ZRN

### ZNANOSTI POVRŠIN:

J. S. Colligon, Salford, Anglija  
S. Hofmann, Stuttgart, ZRN  
T.E. Madey, Gaithersburg, ZDA

### TANKE PLASTI:

W. Gaertner, Dunaj, Avstrija  
J.E. Greene, Urbana, ZDA  
V. Marinković, Ljubljana, Jugoslavija

### VAKUUMSKA METALURGIJA:

R.F. Bunshah, Los Angeles, ZDA  
H. Laimer, Dunaj, Avstrija

### ELEKTRONSKI MATERIALI:

N.G. Dhare, Rio, Brazilija  
C. Misiano, Rim, Italija  
G. Leonhardt, Karl-Marx Stadt, DDR  
I. Mojzes, Budimpešta, Madžarska

- Seja mednarodnega znanstvenega programskega komiteja konference je bila 17. in 18. maja 1988 na IEVT v Ljubljani. Pregledali in ocenili smo 103 prispele abstrakte, sestavili preliminarni program konference. Nekaj prispevkov pričakujemo še naknadno.
- Predavanja bo imelo 16 vabljenih predavateljev, vsi ostali pa bodo svoja dela predstavili kot posterje
- Organizacijski odbor bo moral pred konferenco razposlati program konference, obenem pa bo pripravil knjigo abstraktov
- Za proizvajalce vakuumske opreme bo med konferenco v hotelu Emona (Portorož) manjša razstava. Posameznim firmam bo za predstavitev manjših eksponatov in prospektov na voljo površina okrog 4 m<sup>2</sup> tlorisa z mizo in tablo. Do sedaj so se prijavile skoraj vse največje vakuumske firme
- Ob priliki Kongresa bo izšel zbornik povzetkov. Z

objavo oglasov v njem bodo zainteresirani za vakuumsko tehniko tudi finančno podprli to našo strokovno manifestacijo. Prijave za razstavní prostor in oglase zbirata do konca junija mag. B. Jenko in M. Repanšek IEVT, Ljubljana, Teslova 30 - tel. 263-461.

- V tehnični sekciji bodo predstavniki institucij v do 30-minutnem predavanju lahko predstavili svoje nove vakuumske izdelke
- Sponzorstvo nad konferenco je prevzela medna-

rodna vakuumska zveza IUUVSTA, saj je organizator zadostil vsem njenim zahtevam za kvalitetno izvedbo

- Takoj po zaključku konference, v petek popoldne, 23. septembra 1988 se bo v Portorožu začela tudi trodnevna 58. seja izvršnega odbora IUUVSTA in seje njenihsekcij in komisij.

*Organizacijski odbor*

## 57. SEJA IO IUUVSTA

Od 15. do 18. aprila 1988 je bila v Hale pri Manchesteru v Veliki Britaniji 57. seja Izvršnega odbora Mednarodne zveze za vakuumsko znanost, tehniko in aplikacije (IO IUUVSTA). Na tem mestu navajam le nekaj najpomembnejših sklepov in informacij s te seje.

Člani IO IUUVSTA so dali soglasen predlog za sprejetje Poljskega vakuumskega komiteja v IUUVSTA. O tem bomo dokončno sklepali na skupščini IUUVSTA, ki bo jeseni, leta 1989 v Koelnu, do takrat pa bo Poljski vakuumski komite brez pravice glasovanja in samo opazovalec na IO IUUVSTA:

Znanstveno tehnični direktorij IUUVSTA, pod vodstvom dr. van Oostroma je predlagal, da se iz sredstev IUUVSTA financira naslednje dejavnosti: kratke vakuumske tečaje v manj razvitih deželah, IUUVSTA seminarje z visokim strokovnim nivojem in da se podpre strokovnjake iz dežel v razvoju, ki se udeležujejo vakuumskih konferenc. IO IUUVSTA je predlog dr. van Oostroma v celoti podprl, že na seji pa je bilo za obdobje do naslednje skupščine IUUVSTA (Koeln 1989) odobrenih za omenjene akcije 40.000 SFR. Za podporo udeležencem na konferencah je pogoj, da ima konferenca sponzorstvo IUUVSTE, udeleženci pa sprejete referate v programu konference. Za omenjeno podporo sta že zaprosili Madžarska in Portugalska.

Dr. Choumoff je poročal, da bodo sredstva UNESCO, ki jih bo prejela IUUVSTA za leto 1988 nekoliko nižja kot je bilo predvideno. Del teh sredstev je namenjenih tudi za letošnjo konferenco v Portorožu za potne stroške vabljenih predavateljev in za nekatere druge udeležence.

Za izobraževalni komite je poročal dr. Anderson. V pripravi je nova popravljena serija IUUVSTA diapozitivov.

Pri tem je najbolj angažiran dr. Adam iz ZRN. Nekaj skupin diapozitivov je že v celoti pripravljenih, pri nekaterih npr. pri tistih, ki zajemajo vakuumske in elektronske materiale, pa je delo zastalo, o čemer bo potrebno napraviti analizo vzrokov na naslednji seji IO IUUVSTA v Portorožu.

Na latinsko-ameriškem komiteju IUUVSTA smo se dogovorili, da bo IUUVSTA pomagala s kratkimi vakuumskimi tečaji deželam, v katerih je vakuumska tehnika šele v razvoju. Za te tečaje se zanimajo Kolumbija, Venezuela in Argentina.

Dr. Van Oostrom je poročal, da je letos zaprosilo za Welchovo štipendijo deset kandidatov, med njimi tudi en Jugoslovan.

V zvezi z organizacijo Mednarodnega vakuumskega kongresa v Koelnu (IVC-11, ICSS-7), ki bo od 25. do 29. septembra 1989, je poročal dipl. fizik W.G. Baechler. Program kongresa je skoraj v celoti pripravljen, večina vabljenih predavateljev je že izbranih. Junija 1988 bo razposlana prva informacija o kongresu. Razstavljalo bo okrog 100 firm. Prijavnina za kongres bo 480 DM, zelo drage pa bodo tudi hotelske sobe. V študentskih domovih bodo skušali organizirati tudi cenejše bivanje.

Naslednja 58. seja IO IUUVSTA bo od 23. do 25. septembra 1988 v Portorožu. Pričetek sej sekcij in komitejev bo v petek, 23. 9. ob 14. uri, takoj po končani Četrti združeni vakuumski konferenci Jugoslavije, Avstrije in Madžarske.

59. seja IO IUUVSTA bo v San Diegu, ZDA, od 14. do 16. aprila 1989.

A.Z.

## ČLANSTVO DRUŠTVA ZA VAKUUMSKO TEHNIKO SLOVENIJE V LETU 1987

Koncem leta 1987 smo pričeli podatke o članstvu našega društva spravljati v računalnik. Ker smo hkrati preverjali vse naslove in izdelali tudi razširjeni spisek vseh naslovnikov, ki prejemalejo Vakuumista, je bilo vsega dela kar precej. Opravila sta ga Peter Pavli in Pugelj Andrej. Naj tu omenimo, da so med nečlani, ki prejemale naše glasilo tudi naslednje delovne organizacije:

1. Društvo za Vakuumsko tehniko Srbije, Beograd
2. Društvo za Vakuumsko tehniko Hrvatske, Zagreb
3. Biblioteka „Soko“ - Mostar
4. Indok center „Gorenje“, Titovo Velenje
5. Knjižnica in razvojni laboratorij „Krka“, Novo mesto
6. Služba za dokumentacijo „Tovarna dušika Ruše“,
7. Krka TOZD - Tehnoservis, Novo mesto
8. Strokovna knjižnica „Železarna Jesenice“, Jesenice

Člani Društva za vakuumsko tehniko Slovenije v letu 1987 po abecednem redu pa so bili:

1. prof. Amon Slavko dipl. ing.
2. Arsenijevič Branko
3. Babnik Nada dipl. ing.
4. Banovec Andrej dipl. ing.
5. mgr. Barlič Peter dipl. ing.
6. dr. Belič August dipl. ing.
7. mgr. Belič Lidija dipl. ing.
8. mgr. Belič Igor dipl. ing.
9. dr. Bezič Niko dipl. ing.
10. Boban Anton
11. Brecej France dipl. ing.
12. Breskvar Bojan dipl. ing.
13. dr. Brvar-Rožaj Alenka dipl. ing.
14. Buh Stanislav dipl. ing.
15. Česen Jože
16. Čok Nevenka
17. dr. Čudina Mirko dipl. ing.
18. prof. Čajkovski Dimitrije dipl. ing.
19. Demšar Andrej dipl. ing.
20. dr. Dobršek Mirko dipl. ing.
21. Drab Marjan dipl. ing.
22. Drašler Marko ing.
23. dr. Đurić dipl. ing.
24. Eberlinc Slavko
25. Erjavec Bojan dipl. ing.
26. Erjavec Boris dipl. ing.
27. dr. Fegeš Jože dipl. ing.
28. Ficko Marjan
29. Flis Zvone
30. dr. Gasperič Jože dipl. ing.
31. Grabelšek Franc dipl. ing.
32. Grahek Borut dipl. ing.
33. Grum Andrej dipl. ing.
34. dr. Gspan Primož dipl. ing.
35. Hozjan Jože dipl. ing.
36. Hrastar Zvone dipl. ing.
37. Hribar Mirko
38. Hribernik Jože dipl. ing.
39. Hribernik Ivan dipl. ing.
40. Ilnikar Matjaž
41. Jančar Rudi
42. mag. Jenko Bojan dipl. ing.
43. mag. Jenko Monika dipl. ing.
44. Jeremić Miroslav dipl. ing.
45. Jerič Smiljan dipl. ing.
46. dr. Junker Miha dipl. ing.
47. mgr. Kaker Henrik dipl. ing.
48. Kalan Rajko
49. Kambič Anton
50. Kern Marija dipl. ing.
51. Klopčič Beno dipl. ing.
52. Knoll Milena dipl. ing.
53. Kocmur Miha
54. Kočevar Miroslav ing.
55. Kohlenbrandt Daniela dipl. ing.
56. Koller Lidija dipl. ing.
57. prof. Kosec Ladislav dipl. ing.
58. prof. Kosec Marija dipl. ing.
59. Koselj Sonja
60. Kovač Štefan dipl. ing.
61. Kralj Marko dipl. ing.
62. Kranjc Breda
63. Krušnik Wilibald
64. prof. Kurepa Milan dipl. ing.
65. Kuzma Štefan dipl. ing.
66. dr. Lah France dipl. ing.
67. prof. Lamut Jakob dipl. ing.
68. Lindav Janez dipl. ing.
69. Ložar Edo
70. Malenšek Zlatan dipl. ing.
71. prof. Marinkovič Velibor dipl. ing.
72. Matkovič Jože dipl. ing.
73. Medved Marjan
74. Meža Alojz
75. mgr. Murko Jezovšek Melita dipl. ing.
76. dr. Navinšek Boris dipl. ing.
77. Nemanič Vinko dipl. ing.
78. Nimac Branko
79. mag. Panjan Peter dipl. ing.
80. Pavli Peter dipl. ing.
81. prof. Pavlin Alojzij dipl. ing.
82. Pečar Miro
83. Perdih Nada dipl. ing.
84. dr. Perman Eva dipl. ing.
85. prof. Perović Brana dipl. ing.
86. Pesjak Marjan
87. Pezdirc Pavle
88. Pipan Ludvik
89. Pirc Slavko dipl. ing.
90. Planinc Jože
91. Podgornik Bogdan
92. mag. Povh Bojan dipl. ing.
93. Požun Karel dipl. ing.
94. Praček Borut dipl. ing.
95. Pregelj Andrej dipl. ing.
96. dr. Prešeren Vasilij dipl. ing.
97. Prevodnik Janez ing.
98. Pribošek Marko dipl. ing.
99. prof. Prosenc Viktor dipl. ing.
100. mgr. Razinger Jošt dipl. ing.
101. Rebec Vinko
102. Rekar Stane
103. dr. Ročak Rudi dipl. ing.
104. dr. Rodič Jože dipl. ing.
105. Rozman Darija dipl. ing.
106. Rozman Daniel
107. Rozman Bogomir
108. Salam Sejjad dipl. ing.
109. mgr. Slokan Milan dipl. ing.
110. Stariha Borut dipl. ing.
111. Stipanov Marjan dipl. ing.
112. Štrahovnik Stane
113. Šetina Janez dipl. ing.
114. Šifrer Janko
115. Škofic Vida
116. Štamcar Helena
117. Štemberger Franci
118. Šurk Stane
119. Švajger Ana dipl. ing.



120. Tantegel Branko dipl. ing.  
 121. Tavčar Bruno  
 122. Tavčar Gabrijela dipl. ing.  
 123. Toporiš Stanislav  
 124. Trček Matija dipl. ing.  
 125. dr. Trontelj Lojze dipl. ing.  
 126. Vardjan Vito dipl. ing.  
 127. Virant Alojz  
 128. Vrabec Milivoj  
 129. Vrecl Franc dipl. ing.  
 130. dr. Vretenar Peter dipl. ing.  
 131. Vrtačnik Friderik

132. Wagner Bernarda dipl. ing.  
 133. dr. Zalar Anton dipl. ing.  
 134. Zavašnik Rastislav dipl. ing.  
 135. mgr. Zorc Hrvoje dipl. ing.  
 136. Zorlak Demal dipl. ing.  
 137. dr. Žabkar Anton dipl. ing.  
 138. dr. Žaucer Matjaž dipl. ing.  
 139. Železnik Anton  
 140. Žitnik Matjaž  
 141. Žižek Slavko dipl. ing.  
 142. Žumer Marko dipl. ing.  
 143. Županc Lea dipl. ing.

## KOLENDAR PRIREDITEV

31. maj - 3. junij 1988: Mednarodna konferenca o fiziki prehodnih kovin; Evropsko fizikalno društvo; Kiev, SZ

12. - 15. junij 1988: Prva mednarodna vakuumaska mikroelektronska konferenca; Williamsburg, Virginia, ZDA

31. maj - 3. junij 1988: 32. mednarodni simpozij o curkih elektronov, ionov in fotonov (IEEE); Fort Lauderdale, Florida, ZDA

1. - 3. junij 1988: 5. konferenca o polizolacijskih materialih III in IV skupine; Malmoe, Švedska

7. - 10. junij 1988: Mednarodna konferenca o kriogenih črpalkah; Shenjang, Kitajska

7. - 11. junij 1988: METAV - Mednarodni sejem o obdelavi kovin in avtomatizaciji; Duesseldorf, ZRN

6. - 10. junij 1988: Hitri seminar o generiranju mikrovalov visoke moči

12. - 15. junij 1988: 1. mednarodna vakuumaska konferenca o mikroelektroniki; Williamsburg, Virginia, ZDA

22. - 24. junij 1988: Razstava novih uporab visoko temperaturnih superprevodnikov; Cambridge, Anglija

20. - 30. junij 1988: Razstava razvoja na področju trdne snovi, ter avtomatske in molekularne fizike; Trst, Italija; informacije: ICTP, PO BOX 586, Miramare, Strada Costiera 11, I-34100 Trieste, Italia

27. -30. junij 1988: 13. mednarodni simpozij o razelektivitvah in o električni izolaciji v vakuumu, Pariz, Francija; Informacije: Societe Francaise Du Vide; 19 Rue du Renard, 75004 Paris, France

27. junij - 3. julij 1988: 1. azijsko-pacifiška konferenca o fiziki trdne snovi pri visokotemperaturni super prevodnosti, Singapur

4. - 8. julij 1988: 11. mednarodna konferenca o atomski fiziki, Pariz, Francija

18. - 22. julij 1988: IQEC 88 - mednarodna konferenca o kvantni elektroniki; Tokio, Japonska

19. - 22. julij 1988: Mednarodna optoelektronska razstava, Tokio, Japonska

18. - 21. julij 1988: 4. mednarodna konferenca o strukturi nekristalnih materialov; Oxnard, CA, ZDA

25. - 27. julij 1988: Vrhunsko srečanje o laserskih materialih in laserski spektroskopiji; Šanghaj, Kitajska

8 - 12. avgust 1988: 5. tržaški simpozij o polprevodnikih in 4. konferenca o kristalnih rešetkah, mikrostrukturah in mikro napravah; Trst, Italija

14. - 19. avgust 1988: 32. mednarodni simpozij o uporabi optike in optoelektronike v znanosti in tehniki, San Francisco, Kalifornija, ZDA

14. - 20. avgust 1988: 10. mednarodni kongres o reologiji; Sydney, Avstralija

15. - 19. avgust 1988: 19. mednarodna konferenca o fiziki polprevodnikov; Warszawa, Poljska; Informacije: J. Kossut, Just. of physics Polish Acad. of Sci., Al. Lotnikovo 32/46, 02668 Warsaw, Poland

22. - 26. avgust 1988: 4. razstava o hadronski mehaniki in nepotencialnih interakcijah; Skopje, Jugoslavija

29. avgust - 1. september 1988: 11. mednarodna konferenca o polprevodniških laserjih; IEEE, Boston, MA, ZDA

29. avgust - 2. september 1988: Mednarodna konferenca o defekatih v izolacijskih kristalih; Parma, Italija

24. - 26. avgust 88: Mednarodna konferenca o polprevodniških napravah in materialih; Tokio, Japonska

28. avgust - 1. september 1988: 5. mednarodna konferenca o epitaksiji z molekulanimi curki; Hokkaido University, Sapporo, Japonska

6. - 9. september 1988 : Mednarodni simpozij in razstava o fiberoptiki, optoelektroniki ter uporabi laserjev; Boston, MA, ZDA

7. - 9. september 1988: 24. jugoslovanski simpozij o elektronskih sestavnih delih in materialih SD-88; Nova Gorica; Organizator: MIDEM - Elektrotehniška zveza Slovenije

10. - 21. september 1988: Peč - 88 (o ogrevalih in

pečeh), Birmingham, Anglija

19. - 23. september 1988: Mednarodna konferenca o obdelavi površin s plazmo; Garmisch-Partenkirchen, ZRN, informacije: conference Secretariat: Deutsche Gesellschaft für Metallkunde e. V. Adenaueralee 21, D-6370 Oberursel, Deutschland

20. - 23. september 1988: 4. združena vakuumska konferenca Jugoslavije, Avstrije in Madžarske; Portorož, Jugoslavija

26. - 30. september 1988: 4. mednarodni kolokvij o varjenju in o taljenju z elektronskim in laserskim žarkom; Cannes, Francija

26. - 30. september 1988: 20. mednarodna konferenca specialistov za svetlobne izvore napetosti; IEEE, Las Vegas, NV, ZDA

26. - 30. september 1988: Kongres o proizvodnji materialov v vsemirju; Chicagu, IL, ZDA

2. - 16. september 1988: 6. mednarodna konferenca o spremembah površine s curki kovinskih ionov; Riva del Garda, Italija

7. - 9. september 1988: SD 88 Nova Gorica

11. - 15. september ECOC 88 - 14. evropska konferenca o optični komunikacijah; Brighton

12. - 15. september 1988: 18. evropska mikrovalovna konferenca; Stockholm, Švedska

4. - 5. oktober 88 ISEMEC 88, Ljubljana; Društvo za merilno tehniko, Ljubljana

4. - 6. oktober 1988: Mednarodna konferenca o prikazalnikih; Hyatt, Islandia, San Diego, ZDA

2. - 7. oktober 1988: 35. vakuumski kongres ZDA; organizator AVS; Atlanta, GA, ZDA

2. - 6. oktober 1988: Mednarodna konferenca o znanosti z vezi z laserji, Georgia ZDA

3. - 7. oktober 1988: 19. evropska konferenca o interakciji laserske svetlobe z materiali, Madrid, Španija

2. - 7. oktober 1988: 35. Nacionalni vakuumski simpozij, ZDA; Atlanta GA; ZDA

5. - 9. oktober 1988: Razstava Sodobna elektronika; GR, Ljubljana

10. - 14. oktober 1988: Electronica 88 - 13. mednarodni strokovni sejem za komponente in naprave elektronike; Muenchen, ZRN

10. - 14. oktober 88: Seminar o tehnologiji polprevodnikov Aix-en-Provence, Francija

11. - 15. oktober 1988: FAMETA 88 - 11. mednarodni strokovni sejem o obdelavi kovin, Nuernberg, ZRN

18. - 21. oktober 1988: 12. svetovni kongres o obdelavi površine kovin, INTERFINISH 88, Palais de Congres,

Paris, Francija

26. - 29. oktober 88: Simpozij o meritvah in merilni opremi Split; JUKEM-Mjeriteljsko društvo Hrvatske; tel: (041)442-932

7. - 8. november IKM-88: 13. mednarodni kongres o mikroelektroniki, Muenchen, ZRN.

14. - 18. november 1988: 5. mednarodna konferenca o kvantitativni analizi površin (ASSD); London, Anglija

27. februar - 3. marec 1989: TATF 89 - 2. mednarodni simpozij o trendih in novih uporabah tankih plasti; Univerza v Regensburgu, organizatorja: nemško in francosko vakuumsko društvo (DAGV + SFV); Regensburg, ZRN

18. - 10. maj 89: Posvet o vakuumskih elektronkah in displayih; Garmisch-Partenkirchen, ZRN

10. 12. maj 89: MIEL 89 - 17. jugoslovansko posvetovanje o mikroelektroniki, Niš; MIDEM Ljubljana

5. - 9. junij 1989: LASER 89 - optoelektronika in mikrovalovi, 9. mednarodni kongres in sejem; Muenchen, ZRN

maj ali oktober 1989: 11. jugoslovanski vakuumski kongres v Sloveniji, JUVAK + DVTS

26. - 29. september 1989: 11. mednarodni vakuumski kongres (IVC-11) in 7. mednarodna konferenca o površinah trdnih snovi (ICSS-7); Koeln, ZRN

26. - 29. september 1989: 11. mednarodni vakuumski kongres (IVUSTA) - Koeln, ZRN

24. - 27. oktober 1989: ECASIA 89 - 3. evropska konferenca o uporabi metod za analizo površin in faznih mej, Antibes, Francija

7. - 11. november 1989: PRODUCTRONICA 89 - 8. mednarodni sejem za produkcijo elektronike, Muenchen, ZRN

16. - 23. avgust 1990: 19. mednarodna konferenca o fiziki nizkih temperatur; Brighton, Anglija

24. - 27. september 1990: Evropska konferenca o galijevem arzenidu, St. Helier, Jersey, Anglija

1. - 7. september 1991: Mednarodna konferenca o magnetizmu Edimburg, Anglija

jeseni 1991: 5. združena konferenca vakuumistov Avstrije, Madžarske in Jugoslavije (v Avstriji)

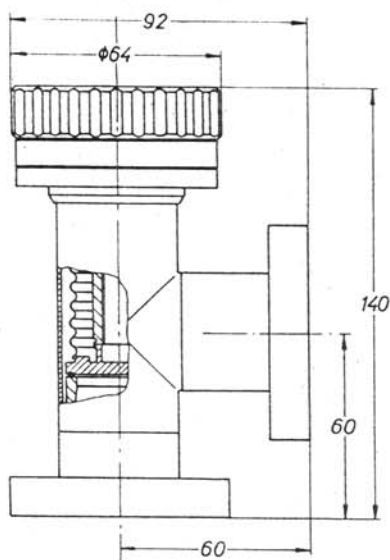
poleti 1992: 12. jugoslovanski vakuumski kongres - v BiH ali na Hrvaškem

jeseni 1992: 12. mednarodni vakuumski kongres (IUVSTA); Rio de Janiero, Brazilija

## ULTRAVISOKO VAKUUMSKI KOTNI VENTIL Z ROČNIM ALI ELEKTROPNEVMATSKIM KRMILJENJEM UVV-35

Pri povezovanju vakuumskih komponent v zmožljiv visokovakuumski sistem naletimo na domačem trgu na skromno izbiro ventilov. Za lastne potrebe smo razvili nov univerzalni kotni ventil z nazivnim premerom  $\phi$  35 mm, ki je predviden tudi za zunanje naročnike.

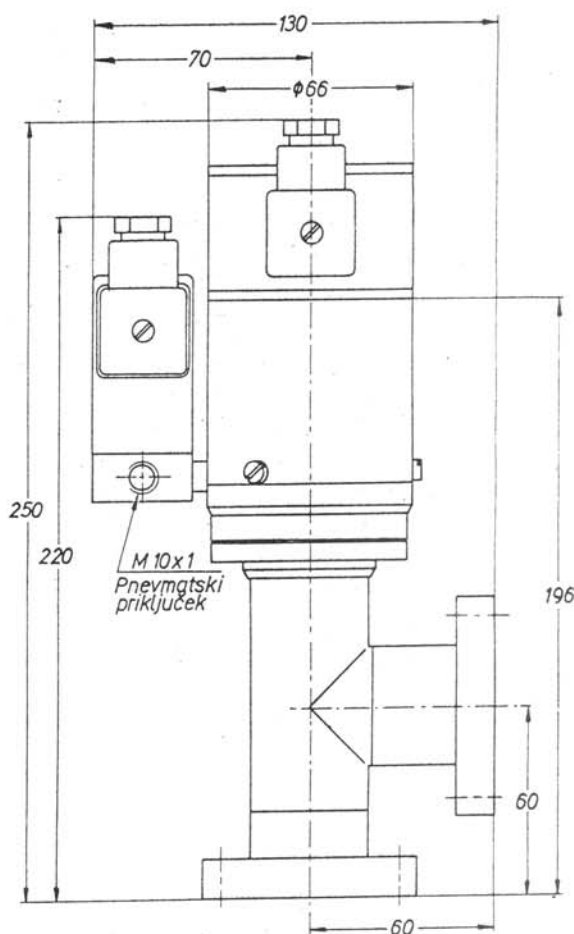
Ventil UVV-35 je namenjen za uporabo v vakuumskih sistemih s standardnimi prirobnicami CF-35 ali ISO-KF 40. Vakuumski del je v celoti iz nerjavnega jekla. Krmilni del je od notranjosti ventila ločen z mehom. Krmiljenje ventila je ročno ali elektropnevmatsko. Tesnenje na sedežu ventila in povezava meha z ohišjem sta izvedena z vitonskimi tesnilkami. Izvedba ventila za vgradnjo v avtomatski črpalni sistem ima dodan električni indikator položaja, ki s končnimi stikali zaznava ali je ventil odprt ali zaprt. Ob izpadu električne



napetosti ali padcu tlaka v pnevmatski napeljavi se ventil s pomočjo vzmeti samodejno zapre.

Tehnične karakteristike:

- puščanje sedeža ventila in ohišja  $1 \times 10^{-9}$  mbar l/s
- prevodnost v molekularnem toku: 25 l/s
- dovoljena temperatura pregrevanja:  $180^{\circ}\text{C}$



- potrebni tlak pnevmatskega priključka: 4-6 bar
- masa: a) ročni: 1,25 kg
- b) elektropnevmatski 1,95 kg
- c) elektropnevmatski z indikatorjem 2,25 kg
- pnevmatski priključek M 10x1

*Nemanič Vinko dipl. ing.  
in Drab Marjan dipl. ing.  
IEVT, Ljubljana*

### Zahvala družini prof. dr. E. Kanskega

Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije se zahvaljuje družini Kansky za podarjeno strokovno literaturo, ki jo je pokojni prof. dr. Evgen Kansky vrsto let skrbno zbiral. To je preko 200 knjig s področja vakuumske znanosti in vakuumskih tehnologij. DVTS je s podar-

jeno literaturo prišel urejati svojo strokovno knjižnico, kakršno so si člani društva že vrsto let želeli.

*Izvršni odbor DVTS*

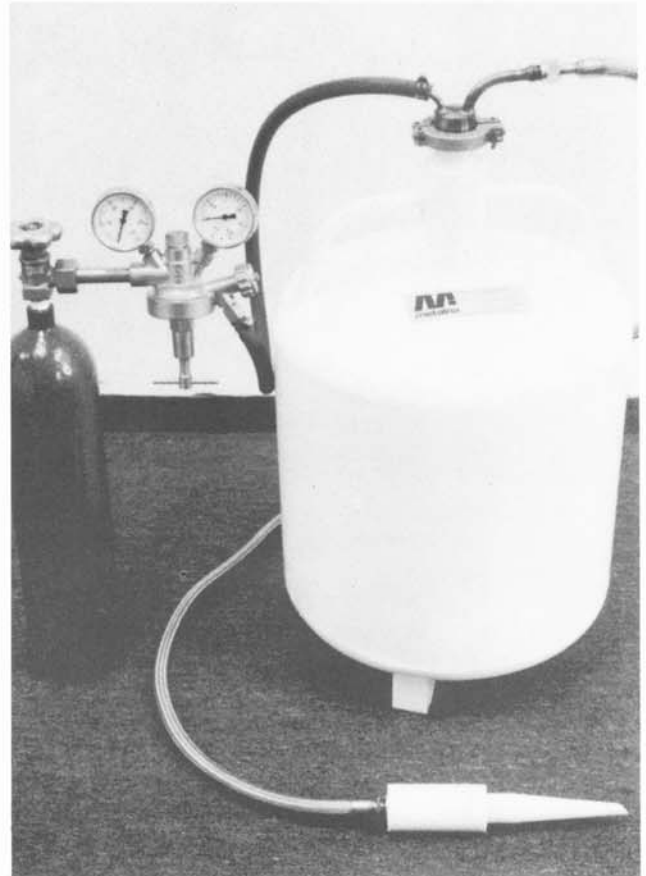


## NOVO V METALNI

Metalna Maribor v svojem Projektivno-prodajnem inženiringu (PPI) procesne opreme že skoraj deset let osvaja vedno nove rezervoarje in ostalo opremo za industrijsko skladiščenje in uporabo ukapljenih atmosferskih plinov. Potem, ko je osvojila nekaj vrst vakuumsko-perlitnih rezervoarjev, se je v letih 1984-1985 lotila večjih rezervoarjev z mnogoslojno izolacijo v vakuumu (superizolacijo). V lanskem letu (1987) se je lotila manjših rezervoarjev - 10 do 60 l. Že v začetku leta so bili sprojektirani in izdelani rezervoarčki 30 in 60 l za izvajanje krčnih nasedov. Proti koncu leta 87 pa je bila izdelana serija 10 rezervoarjev za kratkotrajno skladiščenje in transport manjših količin (10 in 20 l) ukapljenega dušika za nevtralizacijo eksplozivov (glej sliko). Pri teh rezervoarjih, je slabo mesto sorazmerno močan vratni del. V njem je večji del toplotnih izgub zaradi prevajanja v vzdolžni smeri. Nadaljni razvoj je bil posvečen prav odpravljanju omejenega toplotnega mosta in nova letošnja serija skladiščnih posod za LN2 (liquid nitrogen) ima že bistveno boljšo karakteristiko.

Pri prvi seriji sta bili poskusno uprabljeni avtomatski napravi za izdelavo longitudinalnih in radialnih zvarov tankih pločevin (debeline 1 do 3 mm). Po nekaj začetnih težavah že normalno delujeta.

Poleg omenjenih novitet so v Metalni v zadnjem času sprojektirali še avtocisterno za ukapljene atmosferske pline. Po planu bo v drugi polovici letošnjega leta prva poskusno napolnjena že prepeljala prve tone ukapljenih atmosferskih plinov.



*Gajšek Janez, dipl. ing.  
Metalna, Maribor*

## KRATKE NOVICE

### Članarina

S plačano članarino vsako leto posameznik izkaže pripadnost Društvu za vakuumsko tehniko Slovenije. Za letos (1988) znaša 2000 din. Prosimo vse, ki se čutijo vakuumiste in bi želeli prejemati naše glasilo, da čim preje poravnajo to svojo obveznost. Vplačate jo lahko osebno pri tov. Darji Rozman, dipl. ing. ali pri tov. Borutu Pračku, dipl. ing. na IEVT Ljubljana, Teslova 30, ali pa jo nakažite s položnico na žiro račun DVTS pri SDK Ljubljana, na številko: 50101-678-52240.

### Priprave za 11. jugoslovanski vakuumski kongres

11. jugoslovanski vakuumski kongres bo naslednje leto (1989) v Sloveniji. Na seji I. O. DVZS smo se še okvirno pogovarjali o kraju in datumu. Ker bo prihodnje leto tudi 11. svetovni vakuumski kongres - v Koelnu 26. - 29. septembra - smo se odločili, da bi našega pripravili v maju ali pa v sredini oktobra. Med več kraji, ki smo jih obravnavali kot „kandidate“, se zdi zaenkrat najprimernejša Kranjska gora. Ker mora za uspešno organizacijo take prireditve iziti prva informacija vsaj 10. - 12. mesecev prej, bo potrebno na naslednjih sejah I. O. DVTS že kar kmalu izbrati organizacijski odbor in dokončno določiti datum in kraj kongresa.

### Drugi letošnji tečaj

Za začetek junija (7. - 9. VI. 88) smo razpisali ponovitev tečaja „Osnove vakuumske tehnike“. Ker je še nekaj prostih mest obveščamo vse interesente, da se lahko še prijavijo. Tečaj traja intenzivno 2 cela dneva in pol; obsega cca 20 ur predavanj in 6 ur vaj z ogledom laboratorijev instituta IEVT. Podrobnejše informacije lahko dobite pri organizacijskem odboru (Nemanič, Pavli, Jenko, Pregelj...) na telefon (061)263-461.

### Tankoplastne tehnologije

Uspešnost raziskovalno razvojnih projektov, ki vključujejo tankoplastne tehnologije in lasersko tehniko ima za posledico, da povsod po svetu temu področju tehnike posvečajo veliko pozornost, med drugim tudi pri načrtovanju bodočega tehničnega razvoja in vzgoje strokovnih kadrov. Ena od tovrstnih akcij je seminar o tankoplastnih tehnologijah, ki ga je organizirala Zveza nemških inženirjev (VDI) in sicer 25.-27.5.88 v Koelnu. Obravnavana so bila naslednja področja:

- PVD postopki
- CVD postopki
- tehnologija z ionskimi curki

- analiza površin
- meritve površin
- kontrola in vzdrževanje postopkov
- posebnosti tankoplastnih tehnologij

### **Mednarodni simpozij o razelektrivah in električni izolaciji v vakuumu.**

V dneh od 21. do 30. junija letos bo v Parizu potekala že 13. mednarodna konferenca o razelektrivah in električni izolaciji v vakuumu. Obravnavala bo predvsem naslednja področja:

- dogajanja ob prekinitvi toka v vakuumu
- napajanje na površino izolatorjev
- emisija delcev v vakuumu
- močni curki, transport, magnetna izolacija
- obloki v vakuumu, osnove in uporaba
- vakuumska stikala in prekinjevala
- prekinitvev toka v mikrovalovnih in visokofrekvenčnih izvorih večjih moči
- visokonapetostna polja v enosmernih, pulzirajočih, VF in mikrovalovnih napravah za pospeševanje nabitih delcev v vakuumu
- dogajanja ob prekinjanju toka v vsemirskih razmerah
- metode diagnosticiranja in posebni instrumenti

### **Balzers na Japonskem**

Vakuumska firma Balzers (Liechtenstein) znana po vsem svetu predvsem po visokem vakuumu in tankoplastnih tehnologijah je pred kratkim odprla podružnično tovarno na enem najzahtevnejših svetovnih tržišč: na Japonskem. Proizvod, ki ga je Balzers lansiral, so trda prekritja za orodja, ki so znana pod trgovskim imenom Balinit. Balinit se uporablja že dalj časa po vsem svetu za zahtevne tehnične probleme. Proizvajajo ga v trinajstih Balzersovih centrih v ZDA in Evropi. Sedaj se jim pridružuje še novi Nihon Balzers KK - Center za tanke plasti v Hiratsuka City blizu Tokia.

Podoben center v Jugoslaviji je nastal v Domžalah, kot rezultat dela skupine dr. Navinška z Instituta Jozef Štefan. Trdo prevleko iz titanovega nitrída so razvili sami in ima zaščiteno ime JOSTIN.

### **Trde prevleke**

Mnoge sodobne industrije, ki v svojih procesih uporabljajo tankoplastne tehnologije, zahtevajo tanke plasti iz kemičnih zmesi. Takih plasti se v splošnem ne da nanesti s preprostimi napajanjem ali napršenjem zaradi neoprijemljivosti (luščenja) večine komponent. Zato so že pred mnogo leti pričeli z razvojem reaktivnih nanosov (depozicij). To so procesi za sintezo kemičnih zmesi ob istočasnem potekanju nastajanja plasti. Pri reaktivnem napajanju dodajamo npr.: kisik v atmosfero residualnih plinov. Kisik z lahkoto reagira z nepopolnimi oksidi (npr. TiO) in tvori ob kondenzaciji na vročih substratih stehiometrično tanko plast TiO<sub>2</sub>. Na žalost nitrátov ni možno sintetizirati z enostavnim reaktivnim napajanjem zaradi prenizke aktivnosti dušika. Zato igra pomembno vlogo tukaj in enako tudi v procesih, pri katerih uporabljamo podobne nizkoreaktivne pline, aktivacija površine. Med načini za izboljšanje kemične reaktivnosti je dobra plazma s tlečo razelektrivajo. Energetski ioni, ki nastanejo ob pospešitvi ionov proti nagnjenim substratom, izboljšajo ne le stehiometrijo ampak tudi morfologijo (obliko

površine) tanke plasti. Z omenjenimi tehnikami je možno sedaj uspešno nanesti trde, obrabi odporne tanke plasti iz titanovega nitrída (TiN) na različna orodja ter dele strojev in pa trde, stabilne, nizkooksidne tanke plasti na različne substrate in optične elemente.

### **Predobvestilo - XI. mednarodni vakuumski kongres (IVC - 11) in VII. mednarodna konferenca o površinah trdnih snovi (ICSS - 7)**

Kraj: Koeln, 26. - 29. september 1989

Pokrovitelj: IUVSTA

Sodeluje: Mednarodna zveza za čisto in uporabno fiziko (IUPAP)

Organizator: Nemško društvo za vakuumsko tehniko (DAGV)

Program združene IVC-ICSS konference bo obsegal Standardna področja znanstvenih in tehničnih sekcij IUVSTA:

- materiali za elektroniko in njih pridobivanje
- tehnologija fuzije
- znanost o površinah
- tanke plasti
- vakuumska metalurgija
- vakuumska znanost

Istočasno s konferenco bo odprta razstava najsodobnejše vakuumske opreme, instrumentov in komponent za pridobivanje in merjenje vakuumu.

Za informacije se obračajte na naslov:

Profesor Dr. Alfred Benninghoven  
Physikalisehes Institut der Universitaet Munster  
Wilhelm - Klemm - Strasse 10; D-4000 Munster  
Telephone 0251-83-3611; telex 892529 Unims-d

### **Konferenca o vakuumskih prekritjih in o vakuumski metalurgiji**

15. mednarodna konferenca o metalurških prekritjih in 9. mednarodna konferenca o vakuumski metalurgiji sta potekali od 11. do 15. aprila 88 v San Diegu, v Kaliforniji. Glavne teme so bile:

- Prebitja za uporabo pri visokih temperaturah
- Trda prebitja
- Sinteze in fizikalne lastnosti tankih plasti v mikroelektroniki
- Metode obravnavanja prebitja in spremenjenih površin
- Tribološke tanke plasti in spremenjene površine
- Industrijska oprema in uporaba

Dodatno so se v referatih dotaknili še zaščitnih prebitij za magnetne in optične tanke plasti ter tanko in debeloslojnih sensorjev.

Vakuunist-Glasilo Društva za vakuumsko tehniko, 61111 Ljubljana, Teslova 30- Št. 15/88-maj 1988