

### VSEBINA

- Naprava za napajanje prozornih in električno prevodnih tankih plasti za prikazalnike na tekoče kristale
- 10. mednarodni vakuumski kongres
- Začetek in razvoj vakuumске tehnike v Saturnusu
- In memoriam: prof. Radovan Tavzes
- Novi Pirani-Penning vakuummeter
- Vakuumski ventili s kovinskim mehrom
- Aktivnost IUVSTA
- Koledar
- Kratke novice in obvestila

### NAPRAVA ZA NAPAREVANJE PROZORNIH IN ELEKTRIČNO PREVODNIH TANKIH PLASTI ZA PRIKAZALNIKE NA TEKOČE KRISTALE

Prozorne in električno prevodne tanke plasti na steklo so primerne za številne tehnične uporabe. Nanašanje takih tankih plasti je bilo predmet mnogih raziskav. Dosežemo ga lahko na različne načine, med katerimi naj na kratko opišemo kemično nanašanje iz parne faze (CVD), napajanje in naprševanje.

#### Kemično nanašanje iz parne faze (CVD)

Kemično nanašanje te vrste lahko razdelimo v pirolizo in hidrolizo. Za to vrsto tankih plasti se v splošnem uporab-

lja hidroliza kloridov, ki poteka po reakciji:



Simbol Me predstavlja kovino, ki je v tem primeru običajno indij ali kositer ali pa oba obenem. Postopek hidrolize poteka tako, da na ogrevan substrat nanašamo raztopino z brizganjem. Zelo pomemben parameter za reakcijo hidrolize je konstantna temperatura. Ker je potrebno med nanašanjem substrat ogrevati, pride do difuzije alkalnih ionov iz substrata v plast, pri čemer je težko ohraniti

ravnost substrata. Tako nanesene tanke plasti so popolnoma oksidirane, kar povzroča težave pri jedkanju.

#### Naparevanje

Naparevanje električno prevodnik in prozornih tankih plasti lahko razdelimo na dve veliki skupini. V prvo skupino spadajo kovinski filmi. Če naparimo dovolj tanko plast zlata, dobimo nekoliko prevodno in prozorno tanko plast. Preston je že leta 1952 objavil izsledke, iz katerih je razvidno, da je mogoče nanesti zlate tanke plasti z visoko električno prevodnostjo in visoko optično transmisijo, če zlato naparimo na substrat, na katerega smo prej naparili bizmutov oksid.

V strokovni literaturi najdemo tudi druge kombinacije nekovinskih in kovinskih tankih plasti, pri čemer so nekovinske plasti sulfidi, fluoridi in predvsem oksidi. Nekovinske tanke plasti se nanašajo zato, da pri nukleaciji kovinske plasti dosežemo fino zrnatost.

V drugo skupino naparjenih električno prevodnih in prozornih tankih plasti spadajo oksidne ali delno oksidirane plasti. Naparevajo se lahko reaktivno ali nereaktivno. Pri reaktivnem načinu naparevanja je izhodni material kovina, pri nereaktivnem pa oksidi.

#### Naprševanje

Ta tehnika nanašanja električno prevodnih in prozornih tankih plasti je danes najbolj razširjena v veliki proizvodnji, ker omogoča vzdrževanje konstantnega razmerja sestavin pri nanašanju zlitin. Prav ta tehnična odlika nam koristi, ker za izdelavo prevodnih in prozornih plasti običajno obenem nanašamo indijev in kositrov oksid. (Zmes teh dveh oksidov se pogosto označuje z angleško okrajšavo I.T.O., tj. Indium-Tin-Oxide). V uporabi sta dva različna načina naprševanja:

- Pri prvem načinu napršimo prozorno tanko plast z zelo nizko električno prevodnostjo, nato pa staramo v redukativni atmosferi. Pri tem pride do tvorbe kisikovih vrzeli in električna upornost se zmanjša.
- Pri drugem načinu napršimo delno oksidirano plast zmesi indijevega in kositrovega oksida, ki je električno prevodna, ni pa dovolj prozorna. Nato pa jo v oksidativni atmosferi oksidiramo in s tem dosežemo zaželeno optično prozornost.

Danes se bolj uveljavlja drugi način, ker so časi naprševanja občutno krajši.

#### Izbira najustreznejše tehnologije za Iskrino napravo

Naprava in tehnologija sta morali ustrezati naslednjim zahtevam:

- Proizvod mora zadoščati kvalitetnim zahtevam za prikazalnike na tekoče kristale (LCD).
- Zmogljivost naprave mora znašati 0,5 m<sup>2</sup> površine stekla (substrata) na eno polnitev.
- Ob izpolnjenih zahtevah a) in b) mora biti proizvodnja stroškovno optimirana.

Po primerjavi s konkurenčno proizvodnjo in ob pregledu strokovne literature smo ob upoštevanju navedenih zahtev prišli do naslednjih sklepov:

- Nanaša naj se tanka plast indijevega in kositrovega oksida ne glede na visoko ceno indija, saj uporabljajo tamaterial tudi vsi ostali proizvajalci rpevodnih in prozornih tankih plasti.
- Kot substrat naj se uporablja steklo z določeno vsebnostjo alkalij. Stekla brez alkalij (kot npr. borosilikatno steklo Corning 7059) zaradi visoke cene niso sprejemljiva. Da bi preprečili škodljivi vpliv alkalij na tanko plast I.T.O., smo se odločili za predhodno naparevanje zaporne plasti SiO na stekleni substrat.
- Pri izbiri načina nanašanja smo se odločili za termično naparevanje iz uporabno gretega izvora, ker je ta način za majhno ali srednje veliko proizvodnjo (kakršno pričakujemo v naslednjih letih) najbolj ekonomičen. Naprave s sistemom za naprševanje ali z elektronskim topom so za 50 - 70% dražje od naprav, ki so opremljene z navadnimi uporabno gretimi ladjicami.
- Če bi proizvodnja prikazalnikov na tekoče kristale v skladu s povečano proizvodnjo narasla na več kot 10 mm<sup>2</sup> dnevno, bi bila najprimernejša tehnična rešitev naprševanje z magnetronom, vgrajenim v napravi z "in-line" izvedbo.

#### Opis naprave

Ogrodje naprave je s sprednje strani zaprto z aluminijasto ploščo. Stranice in servisna vrata so iz jekla. Zaradi zračenja je hrbtna stran odprta. V notranjosti ogrodja so:

- rotacijska črpalka
- difuzijska črpalka
- posoda s tekočim dušikom
- ventili
- transformatorji za napajanje uporabno gretih uporov
- kontrolni sistem za stisnjen zrak in vodo
- motor z reduktorjem za vrtenje nosilca substratov.

Vakuumski zvon se dviga in spušča s hidravličnim mehanizmom. V dvignjenem položaju se lahko po odstranitvi varovala obrača za 360°. Hidravlično olje doteka skozi lastni kontrolni sistem, kar zagotavlja natančno nastavitvev in enakomerno hitrost spuščanja zvona.

Temeljna plošča pod vakuumskim zvonom je iz nerjavnega jekla debeline 23 mm. V sredini ima odprtino premera 365 mm, pod katero je difuzijska črpalka. Poleg tega je v premeru 450 mm narejenih 14 odprtih, kar zagotavlja veliko prilagodljivost naprave.

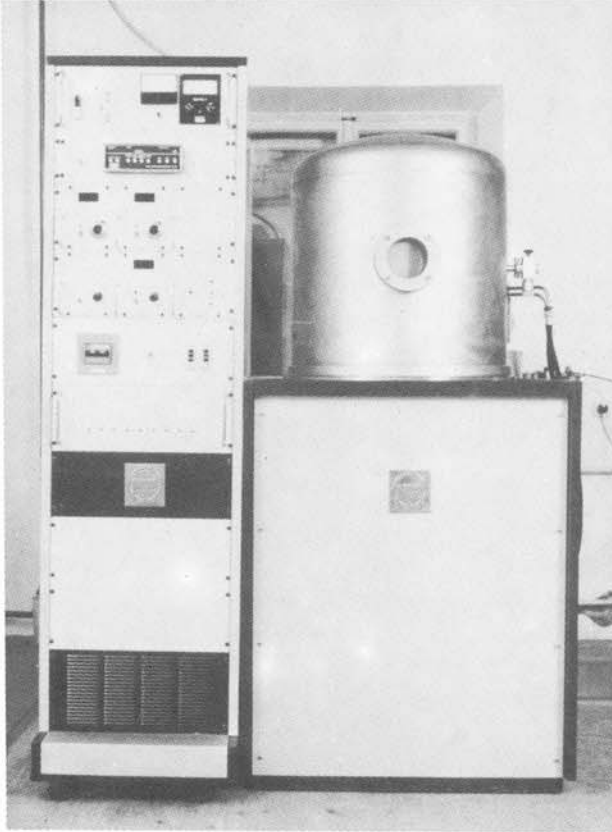
Vakuumski zvon ima dvojno steno, s čemer je omogočeno vodno hlajenje. Vgrajen jetudi sistem predgrevanja, ki zmanjšuje adsorpcijo vodne pare na stenah zvona v času stika z atmosfero. Čas za doseg vakuuma je zaradi tega krajši.

Črpalni sistem je sestavljen iz difuzijske črpalke Edwards Diffstak CR 250/2000 in iz pripadajoče rotacijske črpalke Edwards E2M40. Past s tekočim dušikom je vgrajena med

difuzijsko črpalko in ventilom, ki jo loči od vakuumskega zvona. Tako so zagotovljene naslednje hitrosti črpanja:

- zrak: 1700 l/s
- vodik: 3000 l/s
- vodna para: 6000 l/s.

Difuzijsko črpalko DIFFSTAK CR 250/2000 smo izbrali zato, ker zagotavlja tako imenovani "čisti vakuum". Med



rotacijsko in difuzijsko črpalko so elektro pnevmatski ventili.

Dvostopenjska rotacijska črpalka E2M40 ima zmogljivost 42 m<sup>3</sup>/uro, s čemer dosega kratek čas predčrpanja vakuumskega zvona.

Nosilec substratov je izdelan tako, da se substrati vstavljajo pokončno ob straneh zvona. Na ta način se doseže

maksimalna zmogljivost polnitve. Istočasno je možno napa-revati več kot 0,5 m<sup>2</sup> površine, kar zagotavlja visoko ekono-mičnost proizvodnje.

Avtomatska kontrola zagotavlja brezhibno delovanje črpal-nega sistema z nadzorom nad temperaturo, pretokom hla-dilne vode v difuzijski črpalki in zvonu ter tlakom stisnje-nega zraka.

V primeru napačnega delovanja se difuzijska črpalka avtomatsko izklopi in hkrati se odprejo oziroma zaprejo ustrezni ventili. Avtomatski sistem tudi varuje pred more-bitnimi poškodbami zaradi napačne uporabe. Vkllop gretja napa-rjevalnih izvorov ali navitij v zvonu je možen le, če je dosežen v naprej nastavljeni vakuum in če je pretok hladilne vode zadosten.

Krmilni sistem tudi krmili potek črpanja. Predčrpanje zvo-na z rotacijsko črpalko je možno samo, če je predvakuum v difuzijski črpalki boljši od nastavljenega. Ko je ta pogoj dosežen, začne difuzijska črpalka izčrpavati zvon do visokega vakuuma.

Vakuum merimo s pomočjo dveh Piranijevih in ene Pennin-gove merilne glave. Ena od Piranijevih glav meri predva-kuum difuzijske črpalke, ostali dve merita vakuum v zvonu.

Naprave za nadzor in upravljanje so narejene v 19" izvedbi in vgrajene v ustrezno omaro.

#### Sklep

Opisana naprava je izdelana v firmi MIPOT v Krminu, obratuje pa v Iskri-Elementi TOZD Upori v Šentjernej. Določitev postopka izdelave prevodnih in prozornih elektrod za LCD je rezultat sodelovanja med sodelavci razvoja v TOZD Upori in MIPOT. Izdelki imajo naslednje tehnične značilnosti:

- velikost substrata: 305 x 170 x 1,0...1,2 mm
- zaporna plast: SiO<sub>2</sub>
- prevodna plast: zmes indijevega in kositrovega oksida
- plastna upornost: cca 300 Ω/□
- optična transmisivnost: ≥ 80% (550 nm).

Slavko Sulčič, dipl.fizik  
MIPOT - Krmin  
Milena Knoll, ing.kem.  
Iskra Upori Šentjernej

## 10. MEDNARODNI VAKUUMSKI KONGRES

10. mednarodni vakuumski kongres (10<sup>th</sup> International Vacuum Congress, IVC-10) skupno s 6. mednarodnim srečanjem o trdnih površinah (6<sup>th</sup> International Conference on Solid Surfaces, ICSS-6) je bil letos od 27. do 31. oktobra v Baltimoru, Maryland v Združenih državah Amerike.

830 referatov so predstavili strokovnjaki in raziskovalci iz 30 držav. Vabljenih je bilo 93 predavanj, 256 pa je bilo posterjev.

Kot plenarna predavanja so predstavili naslednja tri:

1. J.A. Armstrong, IBM: "Scientific Challenges in

Microelectronics"

2. C. Hayasaki, VLVA: "Ultrafine Particles"

3. H.P. Furth, Princeton Plasma Physic Laboratory;  
"Process in Magnet Fusion Research".

Znanstveni prispevki so bili glede na tematiko razvrščeni v skupine:

- I. Znanost o površinah
- II. Aplikativna znanost o površinah
- III. Tanke plasti
- IV. Vakuumska metalurgija
- V. Vakuumska znanost
- VI. Elektronski materiali
- VII. Najnovejše tehnologije

Predavanja so istočasno potekala v sedmih sekcijah v devetih dvoranah v novem Baltimore Convention centru, posterska sekcija je bila v enem delu razstavnega prostora, v drugem delu pa je 125 razstavljalcev, večinoma iz Združenih držav, Japonske in Evrope razstavljalo najnovejše dosežke o izdelavi vakuumske opreme.

Prireditelji so vse tuje udeležence sprejeli 27. 10. v čudovitem akvariju, sprejem za vse udeležence pa je bil 28. 10. 1986.

Jugoslovanska aktivna udeležba je bila na tem kongresu dokaj šibka, vzrok je prav gotovo velika oddaljenost in s tem v zvezi ne prav majhni stroški potovanja.

Iz Inštituta za elektroniko in vakuumsko tehniko so bili podani naslednji prispevki:

1. E. Kansky, M. Jenko, B. Erjavec: Are Knudsen Cell Vapour Pressure Determinations Generally Reliable?
2. A. Zalar: Superposition of Depth Profiles Obtained on Samples with Different Roughnesses
3. M. Jenko, E. Kansky, R. Tavzes: Vapour Phase Transfer at Vacuum Cluonizing of Iron
4. J. Šetina, R. Zavašnik, V. Nemanič: Vacuum Tightness Down to the  $10^{-15}$  mbar.l.s<sup>-1</sup> Range, Measured with a Spinning Rotor Viscosity Gauge
5. A. Zalar: Sample Rotating in AES Depth Profiling Poster

Organizatorji so podelili Welchovo nagrado (5000\$) dr. Haroldu Ibachu, Gaede-Langmurjevo nagrado (5000\$) je dobil prof. dr. R.F. Bunshah, nagrado Alberta Nerkena (5000\$) je dobil dr. D.J. Santeler, spominsko nagrado Petra Marka (2500\$) pa je dobil dr. R.A. Gottsocho.

Sprejeta je bila tudi odločitev, da bo 11. mednarodni vakuumski kongres v Kölnu (ZRN).

mag. Monika Jenko, dipl.ing.  
IEVT Ljubljana

## RAZSTAVA VAKUUMSKE OPREME OB 10. VAKUUMSKEM KONGRESU V BALTIMORU, 28.-30.10.1986

Težko si predstavljamo vakuumski kongres, ki ga ne bi spremljala razstava proizvajalcev opreme, ki je kakorkoli povezana z vakuumom. Kako se trgovci in izdelovalci potegujejo za kupce, je še bolj opazno, če se vse skupaj dogaja v Ameriki. Sicer je pa res, da je med udeleženci kongresa mnogo potencialnih kupcev in uporabnikov, zato je interes z obeh strani razumljiv.

Razstavo z nad 120 razstavljalci so priredili v veliki kletni dvorani kongresnega centra; trajala je nepolne tri dni. Celo največje razstavljene sklope in elemente (in seveda vse ostale) so pospravili prej kot v dveh urah po koncu razstave. Čas je tu dražji od zlata.

Kaj smo lahko videli? Predvsem veliko število ameriških razstavljalcev in proizvajalcev, med katerimi so mnoge manjše firme z ozkim izborom kvalitetne opreme z reklamo napravile vtis, da so velike. Veliki proizvajalci so pokazali širok asortiman vakuumskih sistemov in komponent z novimi imeni in oznakami, a revolucionarnih novosti nismo opazili. Opazno je, da vse večji delež opreme odpade na elektroniko, saj je računalniški nadzor vakuumskih sistemov skoraj obvezen.

Razstavljalci sistemov za površinsko analizo so pokazali zelo dovršene sisteme za hkratno ali zaporedno analizo vzorca na istem mestu z mikrosondo, AES, ESCA, SIMS, x-žarkovno fluorescenco. Opremljeni so z zmogljivim računalniškim monitorjem, ki prikaže analizo mesto v detajlih in barvah, krajevna in energijska ločljivost sta izredni.

Možna konkurenca vzpodbuja razvoj hitro naprej, kdor mu ne sledi, se mu lahko zgodi, da mora od tekme odstopiti. Vakuumske tehnologije so privlačna, a izločilna disciplina.

V.N.

## STROKOVNI TEČAJI ZA VAKUUMISTE V ZDA

V času svetovnega kongresa letos jeseni v Baltimoru je Ameriško vakuumsko društvo imelo tudi svoj 33. redni letni kongres in je ob tej priložnosti organiziralo naslednje izobraževalne tečaje:

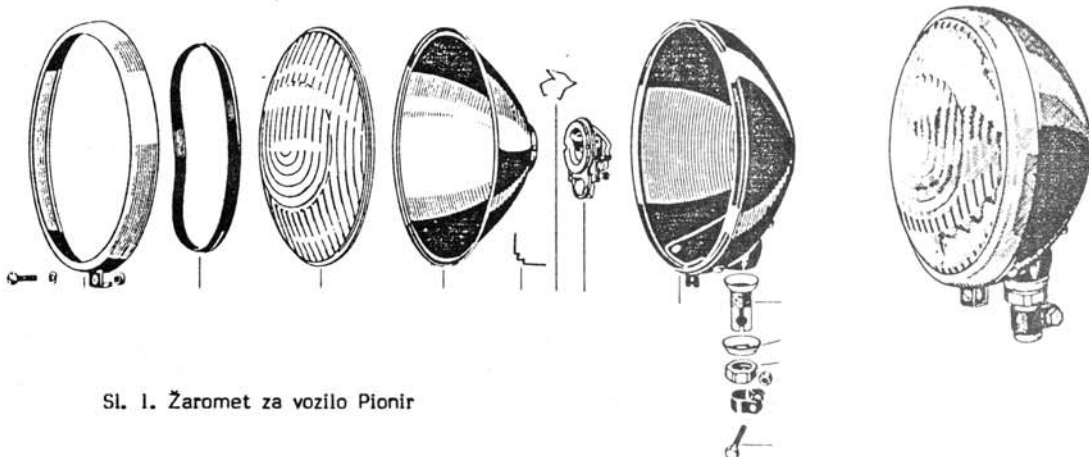
- vakuumska tehnologija - 5 dni
- Načrtovanje vakuumskih sistemov - 1 dan
- Lastnosti materialov za vakuumske sisteme - 1 dan
- Uvod v kriočrpanje - 1 dan
- Analizatorji, analize in uporaba parcialnega tlaka - 1 dan
- Vakuumska leak-detekcija - 1 dan
- Pogon in vzdrževanje vakuumskih črpalnih sistemov - 2 dni
- Črpanje nevarnih plinov - 1 dan
- Vakuumska varnost - 1 dan
- Načrtovanje UVV naprav in praksa - 1 dan
- Tehnika spajanja in tesnenja - 1 dan

- Elementarni uvod v vakuumске tehnike za novince - 2 dni
- Napredno načrtovanje vakuumskega sistema in regulacije - 2 dni
- Pregled tankih plasti in jedkalnih procesov - 1 dan
- Napršene tanke plasti in procesi s curki ionov - 2 dni
- CVD (Chemical Vapour Deposition) za elektroniko - 1 dan
- Osnove postopkov naparovanja - 1 dan
- Depozicije in jedkanje z laserjem - 1 dan
- Jedkanje s plazmo in reaktivno ionsko jedkanje (RIE) - 1 dan
- Procesii ionske implantacije - 1 dan
- Tehnike kontroliranja in regulacije nanašanja tanke plasti - 1 dan
- Tehnologije priprave površine - 1 dan
- Osnove in tehnologije - 1 dan
- Tehnologija čistih prostorov - 1 dan
- Tehnologije metalurških prekritij - 1 dan
- Mehanske lastnosti tankih plasti - 1 dan
- Karakterizacija tankih plasti in prekritij - 1 dan
- Običajna tankoplastna optika - 1 dan
- Tehnologija tankoplastnih mikrovezij - 1 dan
- Plasti in prekritja za inženirsko rabo - 2 dni
- Hitro termično popuščanje v proizvodnji polprevodnikov - 1 dan
- Rokovanje z nevarnimi materiali - 1 dan
- Skrajšan tečaj o spektroskopiji površin - 1 dan
- Površinska analiza: ionske spektroskopije (SIMS, ISS, RBS) - 2 dni
- Površinske analize: elektronske in druge nove spektroskopije - 2 dni
- Osnove znanosti o površinah - 2 dni
- Tehnike analize površin - 2 dni
- Tvorba polprevodniških plasti z MBE, CVD in LPE - 1 dan
- Kovine z visokim tališčem in silicidi za VLSI tehnologijo - 1 dan
- Pregled tehnologij za izdelavo integriranih vezij - 4 dni
- Mikroanalizne tehnike za mikroelektroniko - 2 dni
- Rokovanje s tritijem v vakuumskih sistemih - 1 dan
- Plazma in vakuumske tehnologije pri napravah za fuzijo - 1 dan
- Upravljanje fuzijskega reaktorja iz oddaljenosti - 1 dan
- Vakuumska oprema in računalnik - 2 dni
- Računalniško vodenje vakuumske merilne opreme - 2 dni

## ZAČETEK IN RAZVOJ VAKUUMSKE TEHNIKE V SATURNUSU

Obletnice minevajo, ne da bi se jih spomnili; tako je lani minilo že 30 let, odkar smo v Saturnusu dobili prvo vakuumsko napravo in z njo začeli novo obdobje (to je bilo v letu 1955). Tedaj je bila v Saturnusu proizvodnja žarometov šele na začetku. Osvojili in sestavili smo prvi žaromet za vozilo Pionir, ki je tudi bilo prvo vozilo današnje tovarne TAM. To je bilo v letu 1950.

Vsa orodja smo izdelali v lastni orodjarni, vendar smo imeli velike težave, kajti strojni park je bil namenjen proizvodnji pločevinaste embalaže in izdelkov, ki so bili iz pločevine z debelino do 0,4 mm. Posebno težko je bilo osvojiti zrcalo žarometa, paraboloid z ustrezno natančnostjo, ki je nismo bili vajeni. Paraboloid je moral imeti po končni obdelavi svoje svetlobne odbojne karakteristike. Tu ni-



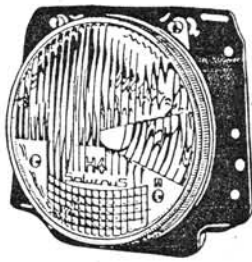
Sl. 1. Žaromet za vozilo Pionir



smo mogli v začetku uporabiti običajnega prešanja, pač pa smo si pomagali z dvojno delujočo stiskalnico in posebnim orodjem, da smo z vodnim pritiskom oblikovali paraboloid. Kot material smo uporabljali medenino ter smo pri tem morali vmesno posamezne faze žariti. Vendarle tako kovinsko izdelano zrcalo paraboloid ni bilo sposobno dati svetlobni rezultat brez ustrezne površine. To smo tedaj dosegli z luženjem, brušenjem in poliranjem ter s kemičnim nanašanjem srebra, ki smo ga naknadno polirali

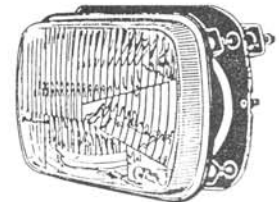
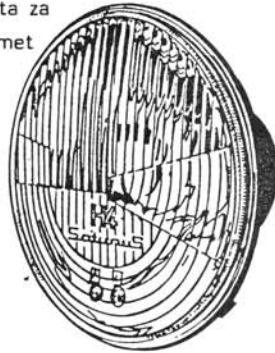
razpolago, in tako sem v letniku 1952 švicarske revije Technische Rundschau zasledil opisani postopek za napajanje v vakuumu, ki ga je uvedla zahodnonemška firma Bosch. Tako smo odkrili pot v vakuumsko tehniko.

Poiskali smo stik s firmami in čakali na prve možnosti za investiranje. Medtem so v letu 1953 s pomočjo Slovenijaavta nabavili prvo hidravlično stiskalnico za prešanje oziroma vlečenje pločevinastih delov žarometov, posebej za paraboloid. V letu 1954 je bila Saturnusu dodeljena tri-

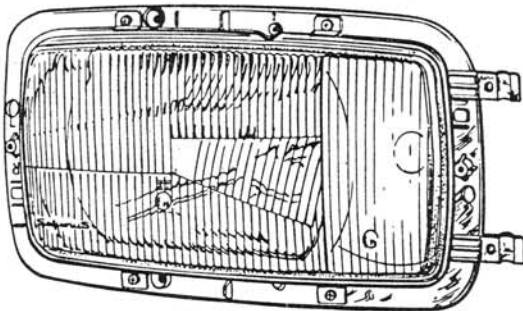


Žaromet za golfa

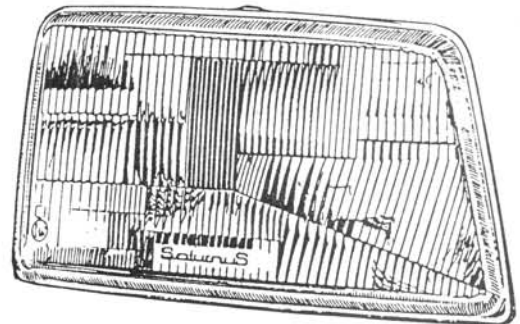
svetlobna enota za  
halogeni žaromet  
(za golfa)



štirioglati žaromet  
za Crveno zastavo



štirioglati žaromet za  
avtobuse in tovorna  
vozila



oblikovni žaromet za Peugeot 205  
paraboloid plastičen  
(zadnji Saturnusov dosežek)

Sl. 2. Nekatera nova Saturnusova svetila

in ščitili z ustreznim prozornim lakom proti oksidaciji. Taka proizvodnja je bila počasna in zelo draga. Ob nenehnem zasledovanju proizvodnje žarometov v vodečih evropskih tovarnah smo občudovali v teh žarometih njihove zrcalne površine in ugibali, s kakšnim postopkom so bile narejene. Ker so bili paraboloidi iz jeklene pločevine in naknadno lakirani, smo tudi mi poskušali uporabiti postopek, ki ga imajo steklarji za proizvodnjo ogledali. Poizkusi na lakiranih pločevinastih epruvetah so bili vzpodbudni. Pri lakiranju paraboloidov pa nismo mogli doseči enakomernosti zrcalne plasti. Ker smo potrebovali ustrezno raztopino, smo si jo želeli pripraviti v večji količini. Pri pripravi raztopine pa je prišlo do nezgode, ki bi skoraj povzročila slepoto delavca. Tako smo ta postopek opustili. Zasledovali smo tehnično literaturo, ki nam je bila na

partitna pomoč v znesku 20.000 £ in to za opremo za posodobitev proizvodnje pločevink za živilsko industrijo. Oprema je morala biti nabavljena v Angliji. Ob tem nakupu so naši zastopniki uspeli nabaviti najmanjšo industrijsko napravo za napajanje pri firmi Edwards. Ob nakupu smo želeli dobiti čim več znanja o tehnologiji napajanja, pa tudi o spremnih postopkih, posebej še o lakiranju in pripravi za napajanje. Nabavo smo vezali tudi na vzgojo delavcev, kajti vakuumske tehnike in osnov tega dela nismo poznali. Tovarna Edwards, ki je bila tedaj vodilna v Evropi, je napravo pred rokom izdelala in naš predstavnik jo je moral prevzeti v tovarni v Crowleyu. To je bilo v letu 1955. Srečno naključje je hotelo, da je bil prav tedaj v Edwardsu tudi predstavnik Inštituta za elektroniko in vakuumsko tehniko dr. Lah, ki je našemu predstavniku

tov. Primožiču pomagal, in od tedaj je sodelovanje med Saturnužani in Inštitutom potekalo neprekinjeno.

S pridobljenim znanjem v tujini in z zahtevo postopka smo sami izdelali naprave za razmaščevanje paraboloidov in za lakiranje s potapanjem. Imeli smo nekaj težav z odstranjevanjem odcedka laka, ki je nastajal pri žganju, vendar še danes ugotavljamo, da smo z vztrajnim in natančnim delom imeli tedaj kar dobre rezultate. Vakuumsko naprevanje paraboloidov je imelo mnogo prednosti in omogočilo nam je nadaljnje povečanje proizvodnje.

Za tedanje možnosti in kapacitete smo imeli domačih naročil nad svojimi sposobnostmi, vendarle te tržne količine še vedno niso bile za neko industrijsko proizvodnjo. Vse do šestdesetih let smo žaromete in svetilke proizvajali obenem s proizvodnjo embalaže. Ko pa se je po letu 1960 začela pospešeno razvijati naša avtomobilska industrija, smo tudi mi morali povečevati vse dejavnosti, to je od orodjarne do proizvodnje, za to specifično vejo avtomobilske industrije. Tudi na razvoj nismo pozabili in v sodelovanju s firmo Lucas s posredovanjem Združenih narodov se moramo zahvaliti, da imamo danes svoj razvoj za to vejo industrije. Težav ni bilo malo, ker je naša industrija začela nastopati s kooperacijami in licencami, in tako smo morali uspešno ali manj uspešno slediti poleg ostalega tudi specifičnostim, ki so jih prinašale omenjene licence iz raznih dežel.

Tako je Crvena zastava imela italijanske pogoje, Citroen in Renault francoske, Volkswagen pa nemške. V zadnjih desetletjih je v gradnji svetlobne opreme za motorno industrijo nastopilo mnogo sprememb. Bil je prehod od simetrične osvetlitve na asimetrično, svetilnost je povečala halogenska žarnica, v Evropi so uvedli svetlobne enote, kar pomeni, da sta leča in paraboloid zlepljena. Poleg tega pa se v zadnjem času izražajo znatne zahteve po čim večji obstojnosti samih žarometov. Iz navadnega naprevanja čistega aluminija sedaj napreavamo z maskami in ščitimo naparjeni sloj. Razen tega je naprevanje dostikrat nezamenljivo pri postopku obdelave plastičnih delov, večinoma pri svetilkah, in v najnovejšem času se izdelujejo tudi paraboloidi iz plastičnih snovi, kar pa zahteva tudi spremembe pri naprevanju vakuumu. Danes imamo v Saturnusu v novem obratu nove tovarne, ki je bila zgrajena leta 1976, oddelek za vakuumsko naprevanje kovinskih paraboloidov, oddelek za naprevanje plastike in najnovejši oddelek za naprevanje štiriogelnih kovinskih in plastičnih paraboloidov. Skupno deluje sedaj v Saturnusu sedem vakuumskih naprav, od katerih je zadnja najmodernejša, izdeliek švicarske tovarne Balzers.

Pri svojem razvojnem delu pa ugotavljamo, da bo treba še bolj slediti zahtevam in izpopolnitvam, če bomo hoteli izvažati in imeti ime v zelo zoženi družini evropskih proizvajalcev svetlobne opreme.

Lovro Verčko, dipl.inž.  
Saturnus, Ljubljana

#### IN MEMORIAM: profesor Radovan TAVZES

Letos, v drugi polovici avgusta, nas je težko prizadela vest o nenadni smrti našega dolgoletnega sodelavca, vodje skupine za elektronske sestavne dele in priznanega strokovnjaka s področja elektronike, profesorja Radovana Tavzesa.

Njegova življenjska pot je bila pot naprednega in zavednega slovenskega intelektualca. Rodil se je v razburkanih medvojnih letih in že kot dijak je občutil, kako težko je bili pripadnik majhnega slovenskega naroda. Že v gimnazijskih letih je postal skojevec, komunist, torej takrat, ko to ni bil noben privilegij. Zaradi svojega naprednega mišljenja je med italijansko okupacijo preživel tri leta v zaporih in taboriščih. Iz italijanske internacije je odšel v partizane in postal član slovenskih partizanskih radijskih delavnic v Starih Žagah - zibelki naše elektronske industrije.

Po osvoboditvi je diplomiral iz fizike na ljubljanski univerzi in postal vodja razvojnega laboratorija za merilne instrumente v tedanjih strojnih tovarnah v Kranju, iz katerih se je kasneje razvil naš gigant elektronske industrije - Iskra.

Bil je med ustanovitelji tovarne polprevodnikov v Trbovljah, kjer je sodeloval pri razvoju prve silicijeve diode pri nas. Kot pionir industrije polprevodnikov ter mikroelektronike je do leta 1967 ustvarjal v laboratorijih takratnega Iskrinega Zavoda za avtomatizacijo.

Tega leta je profesor Radovan Tavzes prišel na Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko, kateremu je ostal zvest vse do svoje smrti.

Ob prihodu na IEVT je bil profesor Tavzes že priznan strokovnjak z izjemno sposobnostjo za združevanje raziskovalnega dela z razvojnim. Skupaj s svojo skupino je razvil tankoplastni potenciometer, pri kateremu je sodeloval od zamisli pa do maloserijske proizvodnje. Novo delovno področje profesorja Tavzesa v zadnjih letih pa je bil razvoj vrste relejev za profesionalno elektroniko. Samo po njegovi zaslugi je nekaj tipov relejev že prišlo od razvoja do laboratorijske proizvodnje. Svojemu delu je posvetil vse svoje znanje, energijo in prosti čas.

Za svoje dosežke na področju profesionalnih elektronskih sestavnih delov je dobil več nagrad, med njimi tudi tri nagrade Sklada Borisa Kidriča za inovacije, dve nagradi Raziskovalne skupnosti Vič-Rudnik. Bil pa je tudi soavtor več patentov. Bil je član Slovenskega vakuumskega društva in JUVAK-a. Svoje široko znanje je prenašal na mlajšo generacijo tudi s predavanji in strokovnimi članki.

S svojim blagim značajem, širino in avtoriteto mu je

uspelo ustvariti delovno in obenem prijetno vzdušje v svoji skupini.

Prav zaradi teh izjemnih vrlin, ki jih danes med ljudmi vse bolj pogrešamo, je vrzel za njim še bolj globoka.

Vsi, ki smo ga dobro poznali in delali z njim, vemo, da bo v resnici še dolgo živel z nami. Ostal nam bo svetel zgled znanja, požrtvovalnosti, skromnosti in poštenja.

Lidija Koller dipl. ing.  
IEVT, Ljubljana

### NOVI PIRANI-PENNING VAKUUMMETER

Razvoj vakuumske tehnike v Jugoslaviji in uvajanje tehnologij, ki potekajo pri grobem, srednjem in visokem vakuumu, tako v laboratorije kot v industrijo sta narekovala razvoj novega, sodobnejšega vakuumetra tipa Pirani-Penning.



Sl.1. Vakuummeter Pirani-Penning tip PPV 40 s Pirani merilnima glavama tip PRG 2 in Penning merilno glavo tip PNG 2

Vakuummeter tip PPV 40, prikazan na sliki 1, ima v primerjavi s starim tipom, katerega proizvodnjo smo opustili, naslednje prednosti:

- Elektronska korekcija nelinearnosti karakteristike Pirani glav, zato merilno področje  $10^{-3}$  -  $10^3$  mbar združeno na eni skali.
- Razširjeno merilno področje Penning vakuumetra ( $10^{-6}$ - $10^{-2}$  mbar).
- Lahko čitljivi in pregledni skali na obeh merilnih področjih (slika 2).
- Velika stabilnost elektronskega dela aparature.
- Temperaturna kompenzacija merilnih glav Pirani za temperaturno področje 10-40°C.

- Zadovoljiva točnost in ponovljivost meritev na obeh obsegih.
- Poleg ročnega še možnost avtomatskega preklopa merilnega področja za srednji in visoki vakuum.
- Neobčutljivost na nenadne vdore zraka v merilne glave.
- Možnost zamenjave oziroma čiščenja senzorskega dela tako pri Pirani kot pri Penning merilni glavi.
- Optična indikacija napak pri delovanju Pirani merilnih glav.
- Neodvisni izhodi za pisalnik (za vsako merilno glavo po en izhod) ter tako možnost spremljanja procesa črpanja na večkanalnem pisalniku ali z računalnikom.



Sl.2. Skala vakuumetra PPV 40

- Priključitev merilnih glav na vakuumski sistem s pomočjo standardnih tesnilnih elementov in prirobnic.
- Razmeroma enostavno servisiranje z možnostjo zamenjave celotnih modulov.



- Dimenzije ohišja in zgradba instrumenta dopuščajo razširitve.
- Ohišje prilagojeno za vgradnjo v standardni panel širine 19" ali v namizni izvedbi.

Prva serija novih vakuumetrov Pirani-Penning tip PPV 40 je že prestala teste na različnih vakuumskih sistemih naših naročnikov. Trenutno pa je v teku priprava za razvoj nekaterih razširitev in izvedb obstoječega instrumenta:

- Vgradnja standardnega instrumentacijskega vodila IEEE 488 ter s tem možnost direktne priključitve na primeren računalnik.

- Vgradnja eksterno nastavljivih preklopnih nivojev, ki so zelo uporabni v enostavnih merilno regulacijskih sistemih.
- Razvoj ločenih enot Pirani in Penning vakuumetrov v manjših, priročnejših ohišjih.
- Razvoj Pirani vakuumetra z večjim številom merilnih glav.

Osnovna verzija instrumenta PPV 40 z omenjenimi razširitvami in izvedbami nam torej ponuja široko paleto vakuumetrov za grobi, srednji in visoki vakuum, ki bo zadovoljila tudi zahtevnejše kupce na domačem tržišču.

Marko Pribošek  
IEVT Ljubljana

### VAKUUMSKI VENTILI S KOVINSKIM MEHOM

Na IEVT smo v letih 85-86 razvili nove vakuumske kotne in preme ventile, ki jih krmilimo ročno. Njihove glavne značilnosti in prednosti so:

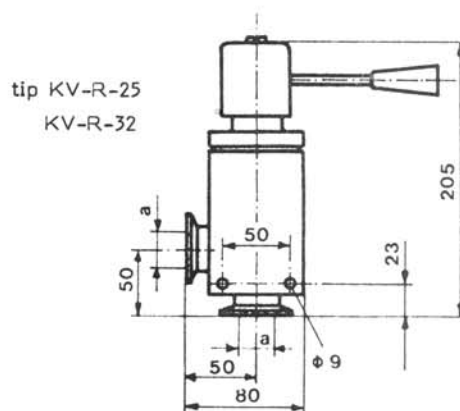
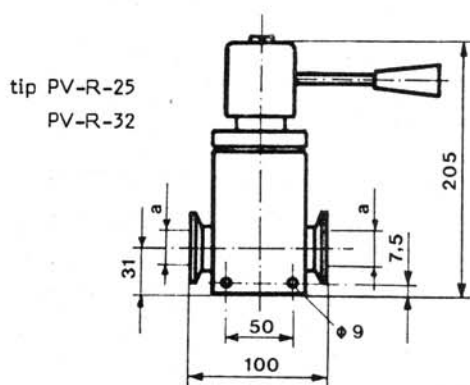
- tesnenje krmilnega mehanizma je izvedeno z elastičnim mehkom
- puščanje ventila je manjše od  $10^{-8}$  mbar.l.s<sup>-1</sup>
- ventil lahko odpremo tudi proti atmosferi
- hiter okret krmilne ročice
- dolga življenjska doba
- zunanje mere med priključkoma ventila ustrezajo dimenzijam standardne kolenaste ali ravne cevi s

prirobnicami S25 in S32

- priključni prirobnici ventila sta prav tako standardni S25 in S35 (za povezavo v vakuumski sistem uporabimo male vakuumske spojke S25 in S35)
- delovanje v vsakem položaju
- uporaba pri podtlakih med  $10^{-8}$  in 1000 mbar kot visokovakuumski ali predvakuumski ventil.

Okrov ventila je izdelan iz aluminija, drugi sestavni deli so iz sive litine in nerjavnega ter konstrukcijskega jekla. Tesnila iz Perburana, po želji iz vitona.

Vinko Rebec  
IEVT, Ljubljana



tip ventila	PV-R-25	PV-R-32	KV-R-25	KV-R-32
prepustnost za zrak v molekularnem področju (l.s <sup>-1</sup> )	7,2	11,7	11,8	19
masa (kg)	2,3	2,4	2,3	2,4
premer a (mm)	25	32	25	32