

VAKUUMIST

1

september
1981

GLASILO DRUŠTVA ZA VAKUUMSKO TEHNIKO SLOVENIJE

VSEBINA

- 1 Spoštovani vakuumisti (ob izidu prve številke glasila)
- 2 Delovanje društva v obdobju zadnjih dveh let - poročilo predsednika društva na občnem zboru 2. 6. 1981
- 3 Tečaj: "Osnove vakuumske tehnike" januarja 1981
- 4 Osmi mednarodni vakuumski kongres - Cannes, sept. 1980
- 5 Instrumenti za analizo plinov - poročilo z ogleda razstave v Cannesu
- 6 Iskanje vakuumskih netesnosti
- 7 Ponovitev tečaja
- 8 Mednarodna dejavnost vakuumistov
- 9 In memoriam: dr. Andrej Gala
- 10 Koledar pomembnejših vakuumskih prireditev v letu 1981
- 11 Knjige jugoslovanskih avtorjev s področja vakuuma

Spoštovani vakuumisti,

izvršni odbor Društva za vakuumsko tehniko Slovenije je že precej časa razmišljal o društvenem glasilu, ki bi omogočilo boljše obveščanje svojih članov o strokovnem dogajanju na področju vakuumske tehnike. Uspelo nam je z mlajšimi člani društva prebiti led in prva številka našega glasila "Vakuumist" je pred Vami, čeprav zaenkrat še v skromni obliki. Prepričani smo, da bomo s pomočjo vseh naših članov zagotovili redno izdajanje.

Kako smo izbrali naslov glasila? Kaj bo glasilo prinašalo in kako bo izhajalo? V diskusiji o naslovu je bilo več predlogov, npr.: Vakuum, Vakuumske novice, Vakuumski informator, Vakuumist, Molekula, Praznina itd. Bili smo malce v zadregi katerega izbrati. Da bi bila odločitev lažja, smo izvedli med našimi člani anketo. Skoraj polovica anketiranih se je odločila za naslov "Vakuumist", druga polovica pa se je opredelila za drugačne naslove. Da z izbiro

naslova ne bi prišli navzkriž s slovenskim pravo-
pisom, smo vprašali za mnenje tudi jezikov-
no razsodišče pri Republiški konferenci SZDL.
Njihov odgovor v celoti citiramo: "jezikovno
razsodišče je razpravljalo o Vašem vprašanju
glede poimenovanja društvenega glasila in me-
nilo, da zmagoviti "Vakuumist" sicer ni jezi-
kovno pregrešen, da pa tudi ni prav blagoglas-
sen. Ali ne bi kazalo lista imenovati po os-
novnem predmetu zanimanja oziroma ukvarjanja
("Vakuuum") ali kar po stroki ("Vakuumska teh-
nika")? S tem bi se tudi izognili vsem dodat-
nim pomislekom (recimo feministične vrste).

Prav mogoče je seveda, da predlagani "Vakuu-
mist" slabše zveni samo neprivajenim ušesom
in da je v Vaši stroki povsem navadna, vsak-
danja, udomačena beseda; narejena je seveda
po slovenskih besedotvornih pravilih. Če je
tako, če je namreč čisto domača v Vaših vr-
stah, potem bržkone ne bi moglo biti prav
hudih zadržkov glede poimenovanja, čeprav je
beseda na prvi sluh malce zmotila večino (res-
da malce čistunskih) ušes v naši delovni sku-
pini."

Na osnovi ankete in odgovora jezikovnega raz-
sodišča se je Izvršni odbor društva odločil
za naslov glasila "VAKUUMIST".
Kaj bo glasilo prinašalo in kako bo izhajalo?
Po naši zamisli bomo vsebino posameznih šte-
vil oblikovali tako, da bodo bralci dobivali

informacije o strokovnih dosežkih na področju
vakuumske tehnike, tako doma kot na tujem, o
tečajih in vzgoji kadrov na sploh, o strokov-
nih prireditvah, o utrinkih in utripanju vaku-
umske tehnike po delovnih organizacijah, o de-
lu našega društva in o delu Zveze društev za
vakuumsko tehniko Jugoslavije itd. Hkrati naj
bi v glasilu našli svoj prostor tudi strokovni
članki in slikovne priloge. Želimo, da bi se
vakuumska tehnika - kot izrazito interdiscipli-
narna panoga, ki je pri mnogih sodobnih tehno-
loških procesih nepogrešljiv pripomoček - z na-
šim glasilom predstavila čim širšemu krogu lju-
di v slovenskem prostoru. Vsestranska podpora
pa tudi kritične pripombe in prispevki vseh
nas-članov bodo najboljše zagotovilo, da bo
glasilo postalo bogat informator vsem, katerih
delo je povezano z vakuumsko tehniko, s tem
pa tudi pomemben člen povezovanja in medseboj-
nega spoznavanja članov in strokovnjakov, ki
delajo na različnih področjih.

V začetku naj bi glasilo "Vakuumist" izhajalo
dva do štirikrat letno v približno taki obli-
ki, kot je sedaj pred Vami. Vsak član društva
ga bo prejemal brezplačno. Prosimo vse člane
za aktivno sodelovanje.

dr. France Lah, dipl.ing.
Predsednik Društva za vakuum-
sko tehniko Slovenije

DELOVANJE DRUŠTVA V OBDOBJU ZADNJIH DVEH LET

Poročilo predsednika o delu izvršnega odbora na občnem zboru 2. junija 1981

Po pravilniku Društva za vakuumsko tehniko
Slovenije bi morali imeti redni občni zbor
vsako leto. Zadnji občni zbor pa je bil 21.
marca 1979, ko je bil izvoljen nov - sedanji
odbor. Poročilo zato obsega delo IO za dobo
dveh let. IO je imel v tem času deset rednih
sej, na katerih je pripravljaval letne progra-
me, spremljal izvajanje programov in reševal
njihovo problematiko ter usklajeval posamezne
akcije društva, ki bodo v nadaljevanju poroči-
la podane bolj razčlenjeno. Udeležba članov
IO na sejah je bila zadovoljiva, razen pred-
stavnika Saturnusa in Instituta Jožef Stefan,
ki se nista udeležila nobene seje.

Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije je v
letu 1979 organiziralo VIII. jugoslovanski
vakuumski kongres na Bledu. IO je imenoval
desetčlanski organizacijski odbor, ki je or-

ganiziral vse priprave in skrbel za izvedbo
kongresa. VIII. jugoslovanski vakuumski kon-
gres je bil na Bledu 25. do 27. oktobra 1979
pod pokroviteljstvom Izvršnega sveta Skupšči-
ne SR Slovenije. Udeležilo se ga je 158 doma-
čih in tujih vakuumistov. Podanih je bilo sku-
paj 64 strokovnih referatov. Od tega 61 doma-
čih in 3 tuji. Predvajani so bili tudi trije
strokovni filmi. Po končanem strokovnem delu
kongresa je bila še redna skupščina JUVAK in
ustanovna skupščina Zveze društev za vakuum-
sko tehniko Jugoslavije, ki ji bo po dolgem
času le uspelo priti do registracije[†]. Vse
strokovne referate, ki so bili podani na kon-
gresu, je Društvo izdalo v biltnu 17, ki ob-
sega 472 strani in so ga dobili vsi udeleženci
že na kongresu.

[†]JUVAK je bil registriran v juliju 1981

Po nekajletnem zatišju strokovne vzgoje kadra je IO društva za leto 1980 postavil v svoj program obnovitev strokovnih tečajev s področja vakuumske tehnike. Že v začetku leta 1980 smo začeli s pripravami za organizacijo osnovnega tečaja. IO je imenoval tričlanski organizacijski odbor, ki je pripravil program tečaja, organiziral predavatelje in skrbel za izvedbo. Prvi osnovni tečaj, ki je bil od 19. maja do 6. junija 1980, je bil namenjen predvsem sodelavcem IEVT in ga je tudi IEVT financiral. Udeležilo se ga je 40 sodelavcev. Vsi predavatelji so bili sodelavci IEVT. Po uspešno končanem tečaju je IO predlagal, da se osnovni tečaj ponovi v jeseni 1980 za zunanje udeležence in hkrati sklenil, naj bi med tem zbrali vsa predavanja in izdali broširani zbornik predavanj, ki bi ga zunanji udeleženci na jesenskem tečaju že dobili. Stekli sta obe akciji:

- široka akcija z obvestilom za prijave na tečaj in
- priprava materiala za zbornik predavanj.

Obe akciji sta se počasi odvijali, predvsem pa je zelo kasnila oddaja rokopisov predavanj od predavateljev in zaradi tega smo morali rok tečaja prestaviti na januar 1981. Tudi do takrat nam ni uspelo dobiti vseh rokopisov predavanj, vendar ni bilo mogoče več predstavljati roka za tečaj. Tečaj je bil od 12. do 14. januarja 1981. Udeležilo se ga je 38 zunanjih slušateljev. Kotizacija je znašala 4.000 din. Zbornik predavanj, v katerega je bilo vloženo ogromno dela in truda, pa je izšel šele konec meseca aprila 1981. Zbornik predavanj je broširan in ima 176 strani. Poudariti moramo, da je pri izdaji zbornika predavanj vložil največ truda dr. Gasperič Jože, za kar se mu IO zelo zahvaljuje. To je prva slovenska strokovna knjiga s področja vakuumske tehnike. Zbornik predavanj je izšel v 500 izvodih. Dobili so ga vsi tečajniki, nekaj je že prodanega, ostalo pa je pripravljeno za bodoče tečajnike.

Naslednja akcija, ki jo je izvedlo Društvo v letu 1980, je bila organizacija kolektivne udeležbe svojih članov na VIII. mednarodnem kongresu za vakuumsko tehniko v Cannesu - Francija. Organiziran je bil avtobusni prevoz. Kongresa se je udeležilo 30 članov društva. Člane, ki so hkrati sodelavci IEVT, je IEVT tudi finančno podprl in sicer je k stroškom posameznika prispeval 7.000 din.

Društvo si že dalj časa prizadeva, da bi začelo izdajati svoje glasilo. Želja IO je bila, da bi k temu delu pritegnili mlajše članove - vakuumiste, katerim bi bili v pomoč starejši in strokovno bolj izkušeni člani. Na predlog podpredsednika društva je IO imenoval člane tega odbora, vendar pa še odbor ni popolnoma konstituiran, čeprav je material za prvo številko že v glavnem pripravljen. Glasilo bi naj izhajalo dva do štirikrat letno. Prva številka bo izšla, kakor hitro bodo na voljo za to potrebna finančna sredstva.

Strokovno izobraževanje kadra je tudi v programu za leto 1981 na prvem mestu. V ta namen so bili na raziskovalno nalogo "Oblikovanje programov in priprava učil za dopolnilno izobraževanje iz vakuumske tehnike", ki sta jo financirala RSS in IEVT, naročeni tudi diapozitivi, ki jih je za izobraževanje pripravila Komisija za vzgojo in izobraževanje pri mednarodni organizaciji za vakuumsko tehniko IUVSTA. Diapozitivi so že prispeli in IO bo še v tem letu pripravil strokovna srečanja članov, kjer si bomo ogledali celotno zbirko diapozitivov (278), ki zajemajo naslednja področja:

- osnove vakuuma (40 dia)
- vakuumski merilniki in meritve (35 dia)
- vakuumske črpalke (68 dia)
- analizatorji residualnih plinov (109 dia)
- vakuumsko napajanje (35 dia).

Dalje je IO imenoval stalno komisijo za vzgojo in izobraževanje, ki bo pripravljala programe za nadaljevalni tečaj iz vakuumske tehnike in za posebne tečaje, kot so: napajanje tankih plasti v vakuumu, meritve itd. Skupaj z IEVT sodelujemo tudi pri opremljanju laboratorija na IEVT, kjer bi tečajniki lahko opravljali vaje. Nadalje je IO ukrenil potrebno za ureditev evidence svojih članov in sklenil v bodoče posvetiti več pozornosti vpisu novih članov.

Velik problem, ki nam ga zaenkrat še ni uspelo rešiti, je tudi prostor za pisarno društva. Čeprav se že z IEVT več let dogovarjamo, nam še do danes ni uspelo najti prostora, ki bi ga IEVT lahko odstopil. Upamo pa še vedno, da nam bo tudi ta problem uspelo rešiti.

Društvo nima nobenega rednega pritoka finančnih sredstev in zato so ta, s katerimi je razpolagalo, prihajala le od konkretnjših akcij (kongres, tečaji). Več o tem bomo izvedeli v finančnem poročilu. Prav tako bo v posebni točki dnevnega reda podan program za leto 1981, ki v glavnem zajema strokovno izobraževanje kadra.

Na koncu bi se želel zahvaliti vsem članom IO in ostalim, ki so aktivno sodelovali pri naših dosedanjih akcijah in hkrati bi prosil ostale člane društva, da se odzovejo našemu va-

bilu, ko jih bomo prosili za sodelovanje pri konkretnih bodočih potrebah.

dr. France Lah, dipl.ing.
IEVT-Ljubljana

TEČAJ "OSNOVNE VAKUUMSKE TEHNIKE"

Po lanskem tečaju z gornjim naslovom, ki ga je Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije organiziralo za zaposlene na IEVT, je bil v dneh 12., 13. in 14. januarja 1981 izveden ta tečaj še za vse druge zainteresirane iz SRS. Želeli smo nanj povabiti čim več tečajnikov tudi zato, da bi dobili občutek o razširjenosti uporabe vakuumске tehnike v Sloveniji in s tem tudi o potrebnosti takšnega ali drugačnega izobraževanja na tem področju. Obvestila o tečaju smo razposlali na okrog 300 naslovov, za katere smo predvidevali, da utegnejo biti povezani z našo dejavnostjo (razne tovarne, ustanove, šole, inštituti). Odgovorov je bilo malo (le nekaj čez deset), kljub večkratnemu ponovnemu javljanju zaradi prestavitve prvotnega datuma. Le-tega smo z lanskega otkbora pomaknili na letošnji januar, ker smo upali, da bomo do te-daj uspeli izdati tudi zbornik vseh predavanj. Kljub precejšnjim prizadevanjem pa nas je čas močno prehitel; tečajniki, ki so se v januarju udeležili seminarja, so zbornik prejeli šele aprila. Kot protiutež tej pomanjkljivosti nas je prijetno presenetila številna udeležba (38) in nas še zdaj navdušuje dejstvo, da so bili vsi navzoči z izvedbo tečaja zelo zadovoljni. Tečaj je trajal dva dni dopoldne in popoldne ter tretji dan le dopoldne. Skupno je obsegal 18 ur (po 45*) predavanj:

- Pomen in uporaba vakuumске tehnike (dr. Kansky)
- Fizikalne osnove vakuumске tehnike (mgr. Povh)
- Rotacijske črpalke (Planinc)
- Difuzijske črpalke (dr. Gasperič)
- Vakuumski tesnilni elementi (Erjavec)
- Merjenje vakuuma (mgr. Povh)
- Detekcija netesnosti (Zavašnik)
- Vakuumski materiali (Jerič)
- Vakuumske tehnologije-tanke plasti (dr. Kansky)
- Vakuumska higiena (Banovec)
- Doziranje, čiščenje in preiskava plinov (Brecelj)
- Pomen površin v vakuumski tehniki (Zalar)

3 ure laboratorijskih vaj:

- o črpalkah (dr. Gasperič)
- o detekciji netesnosti (Zavašnik)

3 ure ogedovanja laboratorijev IEVT s prikazom raznih opravil:

- Augerjeva spektrometrija
- elektronski mikroskop
- naprevanje tankih plasti in čiščenje s plazmo
- steklopihaška delavnica, oblikovanje kvarčnega stekla s plamenom itd.
- VF segrevanje v zvezi z vakuumskimi tehnologijami
- peči za prežarevanje v inertnem plinu.

1 uro sklepnega razgovora med slušatelji in predavatelji ter podelitev potrdil o udeležbi.

Vseh slušateljev je bilo 38 in sicer iz naslednjih delovnih organizacij:

- Železarna Jesenice	4
- Iskra Žarnice, Ljubljana	5
- Metalna, Maribor	1
- Iskra-Vega, Ljubljana	2
- Iskra CEO, Ljubljana	3
- Vodovod, Jesenice	1
- Iskra Upori, Šentjernej	1
- Strojna fakulteta, Ljubljana	1
- IEVT, Ljubljana	1
- Klinični center, Golnik	1
- Iskra Mikroelektronika, Ljubljana	1
- Bayer Pharma, Mengeš	1
- Metalflex, Tolmin	2
- Iskra PTS, Kranj	2
- Saturnus, Ljubljana	2
- Iskra SEM, Ljubljana	1
- Sava Energetika, Kranj	1
- TSN, Maribor	1
- Sanolabor, Ljubljana	1
- Belinka, Ljubljana	1
- Litostroj, Ljubljana	1
- Gorenje TGO, Velenje	2

Čeprav na tem spisku po našem mnenju manjka še prenekateri uporabnik vakuumске tehnike v naši republiki (npr. Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut Boris Kidrič, Metalurški inštitut, Lek, Iskra Kondenzatorji, Iskra Trbovlje, Železarna Štore, Železarna Ravne, Klinični center, Ljubljana, HP Kolinska, Fa-

kulteta za elektrotehniko Ljubljana itd.), zgornji seznam le daje nek pregled o vakuumski tehniki v Sloveniji v sedanjem trenutku. Še jasneje pa nam je vsem prisotnim oblikovala ta vtis prosta diskusija ob zaključku, ko smo si med drugim tudi povedali, kaj v zvezi z vakuumom kdo dela in s kakšnimi strokovnimi problemi se srečuje v svoji delovni organizaciji.

Glede na ta spoznanja in glede na splošno zanimanje v času predavanj, smo si že na omejenem pogovoru vsaj delno poiskali za društvo zelo pomembne odgovore na vprašanje o potrebnosti takih in podobnih tečajev v bodoče:

- Tečaji so nujno potrebni, saj - tako kot že dalj časa v svetu - uporaba vakuumske tehnike pri nas vse bolj narašča.
- V bodoče bo potrebno tečaje ločiti tudi po

specialnosti. Že sedaj je očitno, da bo veliko zanimanja za tematiko o tankih plasteh, o vzdrževanju in lažjih popravilih vakuumskih naprav, ki tečejo vključene v raznih delovnih procesih itd.

- Splošni tečaji "Osnove vakuumske tehnike", kot je bil naš zadnji, ali pa deloma izpolnjeni, bi se lahko ponavljali vsako leto; verjetno bi bilo vedno vsaj kakih 20 slušateljev, kar po našem mnenju še opravičuje izvedbo takih vzgojno izobraževalnih akcij.

Tečaj je v celoti potekal na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko z njegovo polno podporo in vsestransko naklonjenostjo, kar je tudi krepko prispevalo k uspešnosti naših prizadevanj.

Andrej Pregelj, dipl.ing.
IEVT-Ljubljana

OSMI MEDNARODNI VAKUUMSKI KONGRES Cannes, september 1980

Podobno kakor razburka športnike po celem svetu vsako četrto olimpijsko leto, ki je za aktivne udeležence neizprosno razsodnik vztrajnosti in trdote priprav preteklega obdobja, pomenijo za vakuumiste oziroma za vakuumsko znanost in tehniko mejnike ter prelomnice v razmaku treh let ponavljajoči se mednarodni vakuumski kongresi. Kdor je pridno in uspešno delal, pride poročat o rezultatih ali jih razstavljati, kdor se želi informirati o najnovejših dosežkih, izbirati novo opremo, ali išče nove vzpodbude, ima tu najboljšo priložnost. Zadnji, osmi kongres, ki je potekal konec septembra 1980 na francoski azurni obali, je prepričljivo prikazal odločilni in usmerjajoči pomen vakuumske tehnike za današnjo civilizacijo ter njeno nezadržno ekspanzijo v gospodarstvu in znanosti. Še boljše kot vsak od prejšnjih je ta kongres celovito opravil svojih pet funkcij:

- znanstvenega srečanja v okviru številnih simpozijev
- specializirane razstave opreme, materialov in literature
- društveno-organizacijskega srečanja teles Mednarodne vakuumske unije IUUSTA
- priložnost za vzpostavljanje, obnavljanje in poglobljanje osebnih stikov med strokovnjaki z raznih delov sveta in
- prijetnega turističnega doživetja.

Poskušal bom v tem zaporedju skrženo povzeti dogodke iz Cannesa, kot sem jih doživljal. Še prej pa moram omeniti neljub zapetljaj, ki se še sedaj rešuje pred sodiščem in lahko služi kot koristno svarilo slehernemu prireditelju. Prizorišče kongresa bi morala biti slavna Festivalna palača, znana po vsakoletnih filmskih in modnih festivalih. Dva tedna pred začetkom kongresa je mestna uprava prelomila tri leta poprej sklenjeno pogodbo s francoskim vakuumskim društvom in kongres se je moral skupaj z razstavo preseliti pod štiri cirkuške šotore, postavljene na športnem igrišču v 6 kilometrov oddaljenem predmestju. Sreča v nesreči: šotorišče se je izkazalo kot presenetljivo uporabno okolje, v katerem so se vakuumisti, navajeni nenehnih težav in improvizacij pri svojem delu, kaj hitro znašli.

STROKOVNI SIMPOZIJI

Uradno je kongres združeval tri dogodke: 8. mednarodni vakuumski kongres, 11. mednarodno konferenco o površinah trdnih snovi in 3. evropsko konferenco o raziskavah površin. Organizatorji so razdelili celotno tematiko v tri skupine:

1. Vakuumska tehnika in tehnologije, vključno z vakuumsko metalurgijo s 130 prispevki
2. Tanke plasti z 210 prispevki in

3. Površine trdnih snovi in raziskave površin s 375 prispevki.

Seveda je pri tako grobi razdelitvi pogosto prišlo do obravnavanja sorodnih tem v različnih skupinah. Predavanja so potekala pet dni vzporedno v petih predavalnicah, hkrati so se v dveh dolgih hodnikih vrstila plakatna poročila (poster sessions). Skupno število prispevkov je bilo okoli 700, od tega 652 objavljenih v 4 knjigah z 2805 stranmi, tiskanih pred kongresom.

Kaj smo izvedeli? Jugoslovanski inštituti so bili zastopani s štirimi prispevki, čast Ljubljane in IEVT-ja je reševal samo ing. Zalar s svojim referatom.

Tako velike konference, ki ob istem času nudijo vrsto zanimivih predavanj, so sila naporne. Nikoli ne veš vnaprej ali si izbral po naslovih in rezimejih najustreznejšo skupino referatov, saj se je precej neprijetno nenehoma seliti iz predavalnice v predavalnico. Področij, ki sem jih želel zasledovati, je bilo kar preveč: tehnika skrajnega UVV, novi načini izdelave in uporabe tankih plasti, reakcije na površinah trdnih snovi in analitika površin. V celoti sem poslušal 23 referatov, največ drugi in tretji dan. Zvečer sem načrtoval udeležbo, ki sem jo naslednji dan skušal čim bolj točno izpolniti. Vendar sem kasneje taktiko spremenil: več sem bil na razstavi in obiskoval plakatne seje, ker sem ugotovil, da uspem tam sprejeti znatno več informacij. Ta način objavljanja je ugodnejši, ker odpadejo pogoste težave s poslušanjem nerazumljive angleščine in se z referentom lahko takoj začneš razgovarjati.

Že nekaj let čutim, da so raziskave površin trdnih snovi v centru pozornosti fizikov, kemikov in elektronikov. Vendar me je osupnila širina - polovica vseh prispevkov je obravnavala problematiko površin.

RAZSTAVA je bila izredno uspešna, predvsem zato, ker so bili poleg velikih proizvajalcev opreme zastopani tudi mali, ozko specializirani, vendar sila aktivni. Vrhunski UVV elementi, struženi in varjeni ter celo zelo kompleksne naprave delajo v delavnicah, ki so manjše od naših na IEVT. Tri firme iz Anglije so nam lahko za vzor: Vacuum Science Workshop LTD, Leisk ter Ion Tech Ltd. Od šest do osemnajst sodelavcev imajo, vendar so prisotne na vseh kontinentih. Prevzamejo in naredijo kot unikat karkoli želiš, vendar najmanj za polovico ceneje kot velike vakuumske firme.

Krio črpalke so prodrle v industrijo prek vseh pričakovanj in postale ene najbolj iskanih črpalok. Uveljavile so se pri naprejevanju in naprševanju. Napram difuzijskim in turbo črpalkam bistveno skrajšajo čas črpanja, zaradi odstranitve vodne pare je kvaliteta vakuuma zelo ugodna. Dve leti lahko delajo brez servisa; v normalni napravi za naprševanje zmorejo 30 šarž brez regeneracije. CTI iz ZDA pokriva 60% svetovne proizvodnje, skrivnost je najnižja cena in kvaliteta. Ostali trg si delijo Varian, Air Products, Ultek, Leybold Heraeus itd.

Turbo črpalke tudi napredujejo. Zelo mikavna je najnovejša Balzersova 40-litrska, nekaj bi jih želel imeti v laboratoriju.

Dolgoletni znanec dr. Schäfer, lastnik manjše vakuumske firme iz Frankfurta svetuje, naj se lotimo vgradnje dvostopenjskih hladilnih agregatov namesto pasti hlajenih s tekočim dušikom. Stroški se bistveno zmanjšajo. V zadnjem obdobju je ta dejavnost, ki teče v sodelovanju s firmo Polycold iz ZDA zanj eden najboljših poslov.

Površinska analitika je na razstavi briljirala. Okoli naprav Perkin Elmer, Fiber, VG, Atomica in Varian so gruča ljudi, potruditi se moraš, da sploh dobiš termin za razgovor s predstavniki.

Pri spojih keramika-kovina kakšnih posebnih novosti nisem opazil. Preseneča masovna uporaba spojev pyreks-prokron: tri firme so jih razstavljale! Nujno moramo tudi začeti s temi spoji.

V dveh nasprotnih kotih sta dva zanimiva razstavljalca, oba državni ustanovi iz Zahodne Nemčije. Inštitut za raziskave vesolja, ki propagira evropski program z uporabo ameriškega spaceschaltel - prikazujejo zanimive filme, propagirajo svoje vakuumske preiskave. Tu delijo bogato opremljene knjižice - pravo razkošje v obdobju splošnega varčevanja. Drugi je Inštitut za fiziko površin in vakuumsko tehniko. Ta prikazuje tehnološke rešitve, ki jih je na vakuumskem področju opravil za industrijo in ponuja svoje usluge. Oba vodita naša znanca: prvega-bogatina - dr. Kleber, drugega-skromnejšega dr. Comsa.

Med malimi razstavljalci - zastopniki, sem srečal rojaka: Branko Vivod, ki ima v ZRN svojo firmo Vivod-Physik, zastopa ameriško Granville-Philips.

Kdaj se bomo zbudili na IEVT in se vključili med razstavljalce? Ali bomo imeli kdaj toliko novosti in samozavesti, da si bomo drznili?

IUVSTA

Tretja kongresna dejavnost, za večino udeležencev se odvija popolnoma nezapaženo, v senci

strokovnih in poslovnih dogodkov, je družbeno življenje IUVSTA. Osrednji dogodek demokratičnega in zato precej zapletenega delovanja Mednarodne unije, je seja generalne skupščine, ki se sestaja vsako tretje leto v času kongresa. To sestavljajo tri članske delegacije nacionalnih vakuumskih društev. V Cannesu je bilo od 21 delegacij prisotnih 19. Našo, jugoslovansko, smo sestavljali dr. Gasperič-vodja ter ing. Zalar in jaz, kot člana. Skupščina voli vsakokrat nov izvršilni odbor in predsednika za triletno obdobje, razrešuje starega in potrjuje najpomembnejše sklepe v zvezi z življenjem Unije, kot so: finančni obračun, dopolnitve in spremembe statuta, sprejem novih članov, določa mesto prihodnjega vakuumskega kongresa. Seveda poteka pred in po seji skupščine zelo živahno pripravljeno delo. Skupine se zbirajo zgodaj zjutraj in kasno zvečer po raznih sobah in predavalnicah, kajti kratko odmerjene dneve, ko so zbrani vakuumisti s celega sveta, je treba dobro izkoristiti.

Za Unijo je bilo obdobje 1978/80 med 7. in 8. kongresom pod predsedstvom pionirja tankoplastnih tehnologij in velikega prijatelja Jugoslavije, Angleža prof. L. Hollanda burno, polno zapetljajev, vendar zelo plodovito. V tem obdobju je prišlo do pomembne reorganizacije. Unija se je namreč morala prilagoditi novim okoliščinam, nastalim z razmahom novih raziskovalnih in tehniških smeri. Tanke plasti, mikroelektronika, znanost o površinah, znanost o materialih, molekularni curki in fizika ter tehnologija plazme dopolnjujejo že klasično vakuumsko znanost in vakuumsko elektroniko. V okviru Unije so bili z dopisovalno proceduro in glasovanjem na novo ustanovljeni štirje odbori, ki so se v Cannesu prvič sestali: odbor za tanke plasti, odbor za znanost o površinah, odbor za vakuumске tehnologije in odbor za materiale za elektroniko. Njihova zadolžitev je mednarodno usklajevanje strokovnega dela predvsem z organiziranjem ter usmerjanjem kongresov in simpozijev. Izredno važna je finančna sanacija Unije, dosežena z uspešno prodajo učnih pripomočkov - diapozitivov (to akcijo je pred približno desetimi leti zasnoval dr. Venema) ter z drastično redukcijo administrativnih stroškov. Za novega 22. člana Unije smo potrdili Brazilijo. Novi predsednik je dr. Lafferty, vodja nekdanjega Langmuirjevega laboratorija v raziskovalnem centru General Electric v ZDA, ki je bil pred štirimi leti na obisku na IEVT. Izbran je bil tudi njegov naslednik, sedanji podpredsednik prof. dr. Antal iz Budimpešte. Prihodnji, deveti kongres, bodo organizirali španski vakuumisti, septembra 1983 v Madridu.

SREČANJA

Vseh udeležencev, registriranih spremljevalcev, "padalcev" in študentov je bilo prek 1500. Zato je bil kongres lepa priložnost za srečanja s starimi znanci in za spoznavanje novih. Zares prijetno je bilo pokramljati z nekaterimi vakuumisti z vseh koncev sveta in slišati njihova strokovna razmišljanja ter opazke in doživljanja sedanjih zmedenih časov. Stara garda vodilnih raziskovalcev in organizatorjev vakuumске stroke se počasi umika: v treh letih od Dunaja sem je opazna velika sprememba. Thomasa, Diclsa, Venema, Nöllerja, Bigueta in drugih ni bilo... Veliko je ognjevite mladine, ki prevzema iniciativo v roke tako na univerzah in inštitutih kot v industriji. Vsi po vrsti pa so potožili o težavah s potnimi nalogi; potne stroške so povsod začeli omejevati, ponekod celo drastično, ne samo pri nas - in vozovnico si moraš prislužiti z aktivno udeležbo! Pogrešali smo Čehe in Poljake, Madžari so bili s polno ekipo, prav tako Vzhodni Nemci. Kot po navadi večine napovedanih udeležencev iz SSSR ni bilo. Presenetila pa je razmeroma številna prisotnost Kitajcev, željnih navezati čim več osebnih stikov. Po temah, ki so jih obravnavali, smo lahko dojeli, v kakšen zaostanek jih je porinila kulturna revolucija: na mojem ožjem področju se ukvarjajo še z vprašanji, ki smo jih mi obdelovali pred desetimi ali petnajstimi leti.

TURISTIČNO DOŽIVETJE - BUSINESS OR PLEASURE? s tem vprašanjem se pozanima po namenu tvojega potovanja uradnik, ko mu pomoliš potni list ob vstopanju v otoško državo v Dovru ali na londonskem letališču. Če si zastaviš isto precizno vprašanje pred ali po udeležbi na kakem kongresu ali simpoziju, je pošten samo en odgovor - oboje! Po mojem je optimalna bilanca resnega strokovnjaka 80:20 v korist businessa. Profesor Peterlin, ustanovitelj in nekdanji vodja Instituta Jožef Stefan, je bil včasih širokogrudnejši, zanj je bilo že odlično razmerje 50:50. Sicer pa bi morali pri tem ocenjevanju poprej točno definirati merila.

Zame je bila turistična bera potovanja v Cannes zelo uspešna. Prvič sem videl italijansko sredozemsko obalo zahodno od Genove ter francosko obalo, združeno v departmanu Alpes Maritimes, ki ga poznamo po avtomobilskih registrskih številkah 06. Od daleč smo videli San Remo in Monte Carlo. Presenetile so me hribovitost, gostota naseljenosti tega področja in brezštevne skrbno negovane terase z rastlinjaki, v katerih gojijo cvetje. Cannes je tipično manjše sredozemsko mesto, ki bi ga lahko primerjal z

našim Splitom, le da je pretežni del obale peščenja plaža, namenjena kopalcem. Nepozaben vtis je name naredilo pristanišče za jadralnice in jachte - štejem, štejem, ne preštejem...Hoteli so kot drugod ogromni in vsiljivi. Prijetna je večerna gneča na rivi in male restavracije, kavarnice in gostilne - a zelo neprijetne so cene! Kar prehitro so se iztekali kongresni dnevi.

ZAKLJUČEK

Skoraj leto dni je poteklo od kongresa. Tri četrtine tega sestavka sem napisal že lani. Dokon-

čno pa sem ga uredil šele sedaj. Stabilizacijske sence so vmes. Še mnogo huje je s strokovnim gradivom. Niti tretjine člankov nisem uspel pregledati...razvoj je neusmiljeno buren. Razumem Lasiča in Venemo, zakaj sta na višku moči pohitela s predčasno upokojitvijo in pretrgala ustvarjalno sožitje s stroko, ki sta ji posvetila svoji življenji.

dr. Evgen Kansky dipl. ing.
IEVT Ljubljana

INSTRUMENTI ZA ANALIZO PLINOV

Na razstavi, ki je spremljala mednarodni vakuumski kongres v Cannesu v lanskem septembru, so proizvajalci instrumentov za analizo plinov kazali v glavnem novitete. Na željo je bil na razpolago tudi informacijski material za že standardne aparature. Vsi našteti instrumenti uporabljajo za analizo kvadrupolni masni spektrometer.

Firma LH je na primeru plinskega analizatorja IQ 200, ki je opisan tudi v nadaljevanju, pokazala na možnosti kontrole procesnega plina pri vakuumskih postopkih s pomočjo računalnika. Za hitro kontrolo vakuumskih sistemov je pokazala firma VG Micromass plinski analizator ANAVAC-2, ki je opisan v nadaljevanju. Plinski analizator SUPAVAC iste firme, njegove karakteristike so podane v tabeli, daje možnost programiranja prek glavnega računalnika ali pa prek prirejenega mikroročunalnika možnost direktnega ali daljinskega programiranja oz. upravljanja.

Svoje sisteme za plinsko analizo so pokazali še naslednji proizvajalci:

CVC Products Inc.: ANALIZATOR RESIDUALNIH PLINOV QUAD 1200 A/1210 A (AMU⁺ 1 do 100), QUAD 1100 A/1110 A (AMU 2 do 300) in UNIVERZALNI ANALIZATOR SUPERSPEC 600 (AMU 1 do 600).

Riber: RQX 100/RQX 200 (AMU 1 do 100 oz. 2 do 200)

CJT Vacuum Technik: PLINSKI ANALIZATOR Q 30 C, ki uporablja UTI model 100 C (AMU 1 do 300)

⁺ AMU = atom mass unit

Balzers: PLINSKI ANALIZATOR QMG 112 (AMU 1 do 100), QMG 311 (AMU 1 do 100 oz. 3 do 400), QMG 511 (do 1023).

Inficon IQ 200 - Masni spektrometer INFICON IQ 200 firme Leybold Heraeus, skoraj enaka izvedba je znana pod imenom Quadrovac Q 200, je spektrometer za kvalitativno in kvantitativno analizo residualnih plinov v vakuumskih sistemih. Zanj je značilen sistem za ločevanje ionov različnih mas, ki je iz metalizirane keramike. Za detekcijo ionov sta na razpolago detektorja v izvedbi Faradayeva kletka ali pa z elektronsko pomnoževalko, ki je izvedena kot "beneška zavesa" ali po želji kot chanellatron. Za tlak $> 10^{-8}$ mbar se priporoča Faradayeva kletka, za tlak $< 10^{-8}$ mbar pa EP. Registracija je možna v obliki analognega prikaza ali linij (bar graph) prek poljubnega masnega spektra ali pa v obliki tabele za 10 različnih masnih kanalov. Območje časov skeniranja sega od 400 ms do 1000 s, tako da je možno opazovati spekter kot "stoječo sliko" na osciloskopu ali pa ga je mogoče registrirati s počasnim pisalnikom. Pri prikazih v obliki linij in pri tabelaričnem prikazu skrbi program "peak lock" avtomatično za registracijo maksimumov masnih linij. Program "konstantna transmisija" vzdržuje konstantno transmisijo ionov skozi filter med naraščajočim AMU pri skeniranju. Neodvisno od tega programa lahko s pomočjo kalibracije za različne pline kompenziramo razlike v verjetnosti ionizacije. Pri teh prikazih so vsakokrat navedeni tudi vsi parametri meritve in celotni tlak plinske mešanice. Kot prvi so uvedli možnost odštevanja šuma od spektrov v realnem času. Instrument je mogoče priključiti na pisalnik ali osciloskop in je opremljen s priključki za registracijo ionskih tokov posa-

meznih plinov, celotnega tlaka in skaniranje. Za iskanje željene masne linije ali za krmiljenje spektrometra s procesorjem ali selektorjem pikov so predvideli še dodatni priključek. Za obratovanje pri tlaku plinske mešanice $>10^{-3}$ mbar je na razpolago sistem za redukcijo tlaka, ki je sestavljen v glavnem iz kapilare in frita. Z uporabo tega sistema je izbor možnosti, ki jih daje ta aparat, še razširjen. Tako so možne meritve v območju do atmosferskega tlaka z izbiro primernih kapilar je možno prilagajanje na poljuben merjen tlak v območju do 1 bar, možno je uporabiti razne merilne sisteme, sistem je možno ogrevati do 200°C , možno je do-

segati, da se plinska mešanica ne razmeša. Glavni tehnični podatki so zbrani v tabeli.

ANAVAC 2 - firme VG Micromass je kvadrupolni masni spektrometer, ki je predviden za kontrolo enega vakuumskega sistema, v izvedbi Multi-head pa za kontrolo šestih sistemov z ustreznimi merilnimi glavami. S pomočjo merilne ure lahko izmerimo koncentracijo poljubnega plina v območju 2 do 60 AMU. Druga možnost je skaniranje prek zaželenega masnega spektra. Izmerjene vrednosti se lahko odčitajo na kontrolnem instrumentu v obliki analognega prikaza ali pa s pomočjo pisalnika. Obenem se tudi me-

UPORABA MASNEGA SPEKTROMETRA ZA UGOTAVLJANJE RAZMER V VAKUUMSKEM SISTEMU

MASNI SPEKTER	PROBLEM	REŠEVANJE PROBLEMA
<p>10^{-5} mbar⁺</p> <p>28 dušik 32 kisik 40 argon</p> <p>2 28 60</p>	<p>Prisotnost konice pri masi 32 (O_2) kaže na vdiranje zraka skozi netesnost, kar omejuje nadaljnje izčrpavanje sistema</p>	<p>Naravnomo na maso 4 in poiščemo netesnost s helijem Ko rešimo problem, povečamo ojačanje signala</p>
<p>10^{-6} mbar⁺</p> <p>18 H_2O vodna para</p> <p>2 18 60</p>	<p>Vakuum omejen zaradi močne desorpcije H_2O</p>	<p>Odstranimo vse dele, ki se ne smejo pregrevati in sistem pregrejemo. Povečamo ojačanje signala</p>
<p>10^{-7} mbar⁺</p> <p>41 43 55 57 58 42</p> <p>2 60</p>	<p>Visok delni tlak zaradi povratnega toka ogljikovodikov iz rotacijske črpalke</p>	<p>Vgradimo past Povečamo ojačanje signala</p>
<p>10^{-8} mbar⁺</p> <p>51 39 52 53 54</p> <p>2 60</p>	<p>Visok delni tlak ogljikovodikov zaradi povratnega toka oljnih par iz difuzijske črpalke.</p>	<p>Namestimo hladilno past. Povečamo ojačanje signala.</p>
<p>10^{-9} mbar⁺</p> <p>2 vodik 28 ogljikov monoksid 44 ogljikov dioksid</p> <p>2 60</p>	<p>Visoki vakuum. Vrh pri masi 28 (CO) lahko zmanjšamo z uporabo nizkotemperaturne katode. Vrh pri masi 2 predstavlja H_2, ki se sprošča iz nerjavnega jekla sestavnih delov sistema</p>	

+ Tlačno področje spektrometra (polni odklon)

PODATKI O SPEKTROMETRIH

TIP SPEKTROMETRA	LH IQ 200	VG ANAVAC	VG SUPAVAC
Območje' (AMU)	1 - 200	2 - 60	1 - 100
Občutljivost (A/mbar)			
- Faradayeva kletka	2.10 ⁻⁴	da	ne
- elektronska pomnoževalka	100	ne	ne
Najnižji merljivi parcial.tlak (mbar)	1.1		
- Faradayeva kletka	1.10 ⁻¹¹	2.10 ⁻¹¹	5.10 ⁻¹²
- elektronska pomnoževalka	5.10 ⁻¹⁴		
Najnižje merljivo razmerje parcialnih tlakov	10 ppm		
Najvišji totalni tlak (mbar)	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
Ionski izvor - katoda	Ir prekrit s Th	W, Re, Ir prekrit s Th	W, Re, Ir prekrit s Th
Separacijski sistem za ione	platin. keramika	kovinske palice	kovinske palice
Detektor ionov	a) Faradayeva kletka b) elektr. pomnoževalka c) Chanelltron	Faradayeva kletka	Faradayeva kletka
Pregrevanje (°C)	a) 400, b) 350, c) 200	250	250
Čas skaniranja	400 ms - 1000 s	1 AMU/s in 5 AMU/s	1 AMU/s in 5 AMU/s 60 AMU/s in 20 AMU/s
Prikaz spektra mas	analogen bar graf tabela - 10 kanalov	analogen	analogen/digitalen
Izhod	analogen/digitalen		analogen/digitalen

ri celotni tlak. Za kontrolo izvora plinov v sistemu je podana možnost meritev plinskih koncentracij v različnih območjih tlakov. Na ta način lahko postopno ugotovimo izvor, netesnost ali nepravilnosti v sistemu samem in jih tudi odpravimo. Priložena kopija kaže metodo za postopno izboljšanje vakuuma s pomočjo de-

tekcije plinov. Meritve so možne v območju do 1 bar, pri čemer je uporabiti predpisani sistem za redukcijo tlaka. Glavni tehnični podatki so zbrani v tabeli.

dr. Andrej Gala dipl. inž.

ISKANJE VAKUUMSKIH NETESNOSTI

V okviru tečaja iz osnov vakuumske tehnike, ki ga je v Ljubljani na IEVT priredilo v dneh od 11. do 13. januarja 1981 Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, so bili tudi prikazi nekaterih tipičnih metod tehnike iskanja netesnih mest na vakuumskih sistemih. Vsak prikaz je trajal 20 minut; udeleženci so bili razdeljeni v tri skupine in so tako lahko v eni uri obiskali vsa tri demonstracijska mesta. Na kratko bomo opisali le bistvene značilnosti vseh treh prikazov. Pri vsaki metodi navajamo približno področje vakuumskih netesnosti v (mbar l/s), za katero je metoda po podatkih firme LH uporabna. Potrebno se je zavedati, da ti podatki niso povsem točni, saj se od firme do firme nekoliko razlikujejo.

1. Iskanje netesnih mest s halogenskim leak-detektorjem.

Metoda je uporabna na področju:

- a) 10^{-1} - 10^{-6} mbar l/s, če je preizkušanevac evakuiran
- b) 10^{-1} - 10^{-7} mbar l/s, če je preizkušanevac pod tlakom.

Demonstrator R. Kalan, zastopnik firme Leybold Heraeus za Jugoslavijo na IEVT.

Manjši kovinski vakuumski sistem je črpala rotacijska vakuumska črpalka. Sistem je bil zaprt s slepo prirobnico; ta je bila tesnjena z vitilansko tesnilko. Tlak v sistemu smo kontrolirali s Hg kompresijskim merilnikom po sistemu Kammerer firme LH z

oznako II, ki ima merilno področje $1 \cdot 10^{-4}$ mbar. Na sistem je bila priključena merilna glava halogenskega leak detektorja, firme LH z oznako IV.

Pri prvem preizkusu je bil sistem tesen in merilnik je pokazal tlak, ki je normalno dosegljiv pri črpanju z rotacijsko črpalko.

Pri drugem preizkusu smo namerno položili prek vitilanske tesnilke na slepi prirobnici las, kar se tudi v praksi dogaja. Z merilnikom smo ugotovili, da se je tlak v sistemu nekoliko zvišal. Nato je sledilo še iskanje netesnosti z opihovanjem sistema s freonom s pomočjo posebne pištrole. Ko je curek freona zadel las in ob njem prišel v vakuumski sistem, s tem tudi v glavo halogenskega merilnika, smo dobili istočasno zvočni signal in odklon kazalca na kazalčnem merilnem instrumentu.

2. Metoda z naraščanjem tlaka v zaprtem vakuumskem sistemu. Metoda je uporabna na področju $1 - 10^{-6}$ mbar l/s
Demonstrator P. Pavli, sodelavec IEVT.

Prikaz je potekal na klasičnem steklenem vakuumskem sistemu z mazanimi steklenimi pipami. Kot merilnik tlaka je bil uporabljen Pirani vakuummeter, izdelek IEVT, z merilnim področjem od 10^{-3} do 10^{+3} mbar.

Pri prvem prikazu je bil sistem tesen in evakuiran z rotacijsko črpalko do $1,5 \cdot 10^{-2}$ mbar. Ko smo sistem ločili od črpalke s pipo, je začel tlak v sistemu naraščati. To naraščanje smo nekaj minut kontrolirali z merilnikom in ugotovili, da je hitrost naraščanja največja takoj po zaprtju, nato pa je upadala. Če bi čakali še dlje, bi lahko ugotovili ali postane tlak praktično konstanten, kar kaže, da je sistem tesen, ali pa da tlak stalno enakomerno narašča, kar pomeni, da je na sistemu manjša netesnost.

To nabiranje tlaka smo večkrat ponovili in vmes sistem seveda izčrpali. Ugotovili smo, da je bil narast tlaka p (po ca 1 minuti) vsakokrat nižji; od $5 \cdot 10^{-2}$ mbar pri zadnjem nabiranju po eni uri obratovanja sistema. To upadanje p lahko pripišemo vedno večji razplinjenosti sistema po daljšem črpanju. Ta primer nam je pokazal, da postane metoda neuporabna v primeru, ko je razplinjevanje sistema precej večje od samega dotoka zraka skozi netesno mesto; tedaj postane potreben čas nabiranja plina tudi nepraktič-

no dolg.

Pri zadnjem nabiranju plina v $0,25$ l sistemu smo lahko ugotovili, da je bil dotok plina predvsem zaradi razplinjevanja sistema $Q = V \cdot p / t = 5 \cdot 10^{-5}$ mbar l/s; puščanje sistema je bilo seveda nižje od te vrednosti.

Pri drugem prikazu smo na vakuumskem sistemu namenoma ustvarili netesno mesto. Tlak v sistemu, ki ga je črpala rotacijska črpalka, je bil pri tem prikazu višji: $0,1$ mbar. Po ločitvi sistema od rotacijske črpalke je tlak v $0,25$ l sistemu naraščal povsem linearno s časom; v 190 sek je narasel za 5 mbar. Q izračunamo po isti enačbi kot prej in dobimo $Q = 6,6 \cdot 10^{-3}$ mbar l/s.

Po enačbi $S = Q/p$ lahko izračunamo črpalno hitrost za naš sistem in dobimo vrednost $6,6 \cdot 10^{-2}$ l/s.

3. Iskanje netesnih mest s helijevim leak-detektorjem. Merilno področje metode je:
- $10^{-2} - 10^{-12}$ mbar l/s, če je preizkušane evakuiran
 - $10^{-2} - 10^{-8}$ mbar l/s, če je preizkušane pod tlakom
- Demonstrator R. Zavašnik, sodelavec IEVT.

Prikaz je potekal na kovinskem ultra visoko vakuumskem sistemu, ki je bil v gradnji. Tesnenje je bilo izvedeno s kovinskimi Cu tesnilkami po sistemu CONFLAT. Za preizkušanje tesnosti smo uporabili na sistem priključen helijev leak detektor ULTRATEST B firme LH. Za preizkušana mesta, kjer detektor ni dal zvočnega signala in se kazalec ni odklonil, velja da so tesna bolj kot $3 \cdot 10^{-11}$ mbar l/s. Na eni od tesnilk smo ugotovili, da pušča; odklon je ustrezal netesnosti ca 10^{-7} mbar l/s. Kasneje smo morali tesnilko zamenjati, ker je bila uporabljena že drugič in sta bili obe prirobnici stisnjeni že povsem skupaj.

Ker pri leak-detekciji helij le težko prodira prek tesnih kovinskih nasedov, je potrebno pri konstrukciji vakuumskih elementov predvideti posebne luknje (utore), prek katerih ima helij dostop do tesnilk.

Rastislav Zavašnik dipl. ing.
IEVT Ljubljana