

## STROKOVNA EKSKURZIJA V LEYBOLD HERAEUS

Leybold Heraeus (LH) je svetovno znani proizvajalec vakuumskih elementov in naprav v ZRN. Kot posledica sodelovanja med nemško firmo, IEVT-jem, ki je njen zastopnik v Jugoslaviji in med DVTS, ki domuje na IEVT, je bil lani organiziran enodnevni strokovni simpozij s strokovnjaki iz LH v Ljubljani, letos v začetku junija pa skupinski ogled njihovih tovarn.

Glavni objekti tega koncerna stoje v dveh krajih: v Kölnu, kjer je vodstvo, raziskovalni laboratoriji in proizvodnja vakuumskih elementov, ter v Hanauu (cca 40 km od Frankfurta), kjer izdelujejo vakuumske naprave v majhnih serijah, večje enote pa posamično po naročilu kupca. Skupno v omenjenih tovarnah dela okrog 4000 ljudi. Kljub temu, da sedaj tudi na zapadu za gospodarstvo časi niso najboljši, pa LH nezadržno povečuje svojo proizvodnjo in razvojne programe; to je živ dokaz za pomembnost vakuuma v sodobnih tehnologijah in seveda za sposobnost vodstva. V obeh tovarnah so nas prijazno sprejeli - dopoldne na obhod skozi tovarniške obrate, popoldne pa so nam obakrat bili na voljo za dodatne strokovne oz. službene razgovore.

Prvi dan (4.6.84) smo si ogledali tovarno v Hanauu. Tu smo v toku montaže videli naprave za vlečenje Si-monokristalov po metodi Czochralski, velikanske naprave za napajanje Al na plast folije za izdelavo kondenzatorjev, naprave za prašnato metalurgijo, razne manjše naprave za naprševanje in napajanje, itd. Posebej sta nas tu impresionirala dva horizontalna, kompleksna vakuumska sistema, v katerih "obdelovalec" potuje korakoma skozi različne vakuumske obdelave in v toku svojega celotnega tehnološkega nastajanja sploh ne pride v stik z "umazano" atmosfero. Hanauski obrati so hkrati strojne tovarne z močnimi oddelki za avtomatiko.

Naslednjega dne smo si v kölnski tovarni ogledovali nastajanje vseh vrst črpalk, ventilov, delov za spajanje, merilnikov vakuuma in spektrometrov. Tudi tu je osnovni del moderna strojna industrija, le-tej pa so pripojeni močni oddelki elektronike. Tu v Kölnu so tudi možgani celotnega LH, raziskovalno razvojne skupine, vzgojno-izobraževalno delo, povezava z visokimi šolami, univerzo, itd.

Zanimanje za ekskurzijo je bilo veliko, saj se je število prijavitelcev povzpelo celo nad 50;

na koncu nas je bilo udeležencev 46 iz 17 delovnih organizacij, ki jih prikazuje naslednja tabela:

Del. organizacija	Njen vakuumski problem
1. IJS-Reaktor Podgorica	- tesnost cevi za jedrska goriva
2. Saturnus, Lj.	- napajanje parabol (avtoluči)
3. AGIS, Ptuj	- napajanje avtomobilskih ogledal
4. Iskra CEO, Lj.	- napajanje dielektr. plasti
5. Zlatorog, Maribor	
6. Inštitut R. Boškovič, Zagreb	
7. Ei, Niš, Tovarna RTG cevi	
8. LTH, Škofja Loka	- tesni spoji v hladilnem sistemu
9. Zlatarna Celje	- metalurgija čistih kovin in zlitin
10. Iskra- Kondenzatorji, Semič	- napajanje Al-naprave
11. Iskra polprevod. Trbovlje	
12. Metalna, Mari- bor	- nepropustne posode za pline
13. JULON, Lj.	- tesni sistemi cevodov
14. LEK, Lj.	- " " "
15. Iskra - Upori Šentjernejski	- napajanje - naprave
16. IEVT, Lj.	
17. Napajanje Vrabc, Lj	- napajanje velikih prometnih ogledal

Iz izjav posameznikov o obisku lahko povzamemo, da je bila ekskurzija večinoma za vse zelo zanimiva in poučna, da je morda le ogled bil prekrat. Občutkov in vtisov se je nabralo ogromno in misli so vzburkane. Naj zapišemo le nekatere:

R. Zavašnik: Zelo močan vtis je napravila name velikost in kompleksnost nekaterih vakuumskih naprav, pa tudi to, da morajo proizvajalci v bistvu do potankosti obvladati tehnologijo, za katero so te naprave namenjene.

A. Banovec: Dejstvo, da sem že večkrat obiskal delovne hale in laboratorije tovarne LH, tako v Hanauu kot v Kölnu mi omogoča, da lahko napišem neko primerjavo med vtisi, ki sem jih doživel ob zadnjem obisku.

Opazna je zelo hitra rast proizvodnje, še posebno pri velikih vakuumskih napravah za napr - ševanje različnih folij, predvsem magnetne trake za računalniški spomin in videokasete. Zanimiva je širitev proizvodnje naprav za napr - ševanje prevodnih plasti za kazalnike z veliko kapaciteto. Pri tem je zanimivo še to, da so naročniki predvsem z daljnega vzhoda in ZDA. Zanimivo je tudi dejstvo, da tržišče še vedno potrebuje veliko število naprav za vleko kristalov (velik del programa LH). Zanimivo je bilo videti gradnjo vakuumske naprave, v kateri se bo naprševala posebna folija, ki bo osnova za denar, ki ga bo potem zelo težko ponarejati. Zanimivo je tudi, da naročniki naročajo ogromne naprave, tako da je cena končnega izdelka pri veliki produkciji monopolna v vseh pogledih.

Očitno je, da bomo morali pri nas še marsikaj spremeniti v temelju, če ne želimo, da nas razvoj v svetu popolnoma obide.

V. Rébec: Močan razvoj, atraktivni programi in jasni cilji so vzroki za prodoren nastop tovarne LH v svetovnem prostoru. Nerealno je, a vendar vsakdo išče po povratku domov primerjave med dobro utečenim sistemom in našo hišo. Našo tehnološko in organizacijsko neurejenost lahko sicer deloma opravičujemo s širšimi družbenimi problemi, veliko pa je na nas samih, da pomislimo in ukrenemo, morda največ prav pri načrtovanju dela vnaprej in pri motivaciji posameznika. Ni tudi nujno, da se primerjamo samo z LH, ki predstavlja svetovni vrh v vakuumski tehniki. Na svetu namreč dobro uspeva še mnogo manjših firm, ki izdelujejo in razvijajo specialne naprave in elemente za potrebe vakuumske tehnike in morda bi si Jugoslovani pravnih morali postaviti za vzor.

B. Praček: Težko je strniti v nekaj stavkov vse, kar te lahko kot vakuumista prevzame ob ogledu LH - proizvodnih tovarn in razvojnih oddelkov. V toku izdelave je tu možno videti vse, od elementov za vakuumske naprave, črpalk, pa tam do ogromnih vakuumskih sistemov - v enega takih je brez težav vstopila tretjina naše skupina (okrog 15 ljudi); v razvoju pa delajo že na projektiranju še modernejših naprav nove generacije. Vse to niti ni tako čudno, če vemo da ima LH letno produkcijo cca 800.000.000 DM (cca 40 milijard N din) in da namenja za lasten razvoj 10 % te vsote. Naj opišem še napravo, ki nam je verjetno vsem najbolj ostala v spominu. To je Modular In-line system ZV 1200, navpični naprševalni sistem za substrate velikih površin z v liniji združljivimi in zamenljivimi vakuumskimi enotami, kjer proizvod prehaja avtomatsko iz enote v enoto vedno v idealnih vakuumskih pogojih. Možno je v sistemu po izbiri in v liniji uporabljati: RF in ali DC naprševanje z izvorom diodnega tipa, RF in ali DC magnetronsko naprševanje ter RFin ali DC jedkanje v plazmi ter še enoti za predobdelavo s pregrevanjem na začetku in enoto za popuščanje z žarenjem na koncu sistema. Ves postopek je v celoti avtomatiziran z mikroprocesorjem.

Mlajši udeleženci: Kako bomo pa sedaj zagrabili doma? Treba bo spremeniti več stvari in natančno opredeliti kaj in kako bomo delali. Kdaj se bomo zbrali vkup in dogovorili za nove naloge? Vtisi iz LH nam dalj časa ne bodo dali miru ....

A. Pregelj

#### DELO MADRIDSKE SKUPINE FOTOKATODISTOV

Na madridskem vakuumskem kongresu (sept. 1983) so bila v posterski sekciji predstavljena tudi štiri dela s področja alkalijskih antimonidnih fotokatod, ki so pritegnila našo pozornost predvsem zato, ker se z njimi ukvarjamo tudi pri nas na IEVT. Pravzaprav se je s temi deli predstavila edina skupina fotokatodistov pod vodstvom L. Lalána z oddelka za uporabno fiziko, univerze v Madridu.

Njihova dela obravnavajo elektronske lastnosti in strukturo antimonidnih fotokatod ter kvantitativno XPS (rentgenska fotoelektronska spektroskopija) analizo  $\text{Na}_2\text{KSb}$  fotokatod. Raziskave so potekale v ultra visokem vakuumu ( $10^{-10}$  mbar). Metoda XPS je nedestruktivna in dopušča profilno analizo v globino plasti približno od 1 do 3 nm. Vse kaže, da je prav ta globina najbolj primerna za ugotavljanje nehomogenosti ta-

kih fotokatod. Ugotovili so, da so bile njihove najboljše fotoelektronke S-20, dobljene s površinskim aktivacijskim procesom dobrih  $\text{Na}_2\text{KSb}$  fotokatod in da imajo le-te visok izkoristek kljub nižjemu fotoemisijskemu pragu in se dobro obnašajo tudi pri višjih temperaturah. Prav z XPS analizo so namreč ugotovili, da je visok izkoristek odvisen od nastajanja površinske plasti  $\text{NaK}_2\text{Sb}$ , ki je verjetno prekrita (ali vsaj delno prekrita) z monoatomarno plastjo K. Debelina  $\text{NaK}_2\text{Sb}$  površinske plasti je približno enako debela kot profilna globina, ki jo doseže XPS.

Na omenjenih fotokatodah je skupina študirala še optično absorpcijo in ultra-vijolično fotoemisijo, kristalno strukturo in relativno stabilnost heksagonalne in kubične faze, ekstremno veliko nestehiometričnost in mrežne napake kubične faze, kinetiko plasti itd. Na temelju

vseh teh raziskav so razložili, zakaj so prav njihove fotokatore S-20 ali  $\text{Na}_2\text{KSb}(\text{Cs})$  najboljše.

Delo te madridske skupine pa seveda ni omejeno le na področje omenjenih fotokatod, ampak študirajo posebej tudi njene fazne komponente kot so:  $\text{Na}_3\text{Sb}$ ,  $\text{K}_3\text{Sb}$ ,  $\text{Cs}_3\text{Sb}$ , ki jih pripravijo v UVV in jih raziskujejo ne le z XPS ampak tudi z AES.

Žal v času kongresa nismo imeli priložnosti, da bi si ogledali laboratorije, v katerih ta skupina dela in si tako pridobili več informacij, kot jih lahko dajo posterji.

Roš Zlata, dipl.ing.

IEVT, Ljubljana

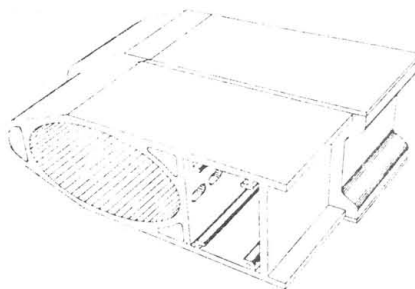
#### REŠEVANJE VAKUUMSKO TEHNOLOŠKIH PROBLEMOV PRI GRADNJI VELIKIH POSPEŠEVALNIKOV

Na IX. mednarodnem vakuumskem kongresu, septembra 1983 v Madridu je bilo močno zastopano tudi področje fuzije. V vabljenem predavanju v sekciji vakuumskih znanosti je sodelavec CERN-a opisal probleme in konstrukcijske rešitve pri gradnji enega največjih pospeševalnikov na svetu. Grade ga v Ženevi v CERN-u (Centre European de Recherche Nucléaire). Kandidat za njegovo gradnjo je bil nekoč tudi Trst.

Pod zemljo zgrajeni obroč Velikega evropskega protosinhrotrona (Large European Protosynchrotron-LEP) ima 26,7 km dolg vakuumski sistem razdeljen na do 500 m dolge odseke. Obroč je večinoma v Švici, delno pa je v Franciji. Vakuumski sistem je projektiran tako, da se doseže v obroču, ko raziskave ne potekajo tlak  $10^{-8}$  Pa ( $10^{-6}$  mbar), medtem ko je dovoljni tlak nekoliko višji od  $10^{-7}$  Pa, kar omogoča življenjsko dobo snopa naelektrenih delcev daljšo kot 20 ur. Energije krožečega snopa naelektrenih delcev bodo v prvi fazi izgradnje 50 do 60 GeV, v končni fazi pa 125 GeV. Obroč pospeševalnika je sestavljen iz votlih, s svinčem prevlečenih aluminijastih profilov dolgih 12 m in spojenih s kovinskimi prirobnicami in mehovi.

Črpanje do približno  $10^{-2}$  Pa zagotavljajo čr-

palne postaje s turbomolekularnimi in rotacijskimi črpalkami. Tlak pod  $10^{-2}$  Pa dosežejo predvsem z getrom, ki je v obroču v obliki vzdolžnega traku (NEG-nonevaporable getter).



Sl.: Presek aluminijastega profila pospeševalnikovega obroča. Ovalni prostor, kjer potujejo naelektreni delci ima dimenzijo 131 x 70 mm. V pravokotnem kanalu, ki je z odprtini povezani z ovalnim prostorom, je vzdolžno nameščen trak getra. Ob ovalnem prostoru so trije kanali za hladilno vodo. Zunanja svinčena zaščita je debela od 3 do 8 mm.

Črpanje žlahtnih plinov in metana, ki jih getter ne veže ( $\text{Ar}$ ,  $\text{He}$ ,  $\text{CH}_4$ ) dosežejo z ionsko getrskimi črpalkami, ki so porazdeljene na

približno 20 m. LEP je prvi pospeševalnik opremljen z getrom kot črpalno napravo za doseganje tlakov od  $10^{-2}$  do  $10^{-8}$  Pa. Geter je trak konstantana prevlečen z zlitino Al-Zr. Krožeči elektroni in pozitroni oddajajo elektromagnetno sevanje, ki segreva aluminijasti vakuumski sistem. Moč sevanja bo v končni fazi izgradnje dosegla 90 MW.

Do 8 mm debela svinčena obloga bo ščitila okolično obroča pred sevanjem. Za hlajenje so v aluminijastem profilu posebni kanali po katerih kroži hladilna voda, ki zagotavlja prečni temperaturni gradient največ  $10^{\circ}\text{C}$  (sicer bi se aluminijasti profil preveč skrivil). Hladilni sistem istočasno omogoča gretje sistema namenjeno za začetno razplinjevanje s tem, da teče po njem voda pri 8 barih in  $150^{\circ}\text{C}$ .

Tisti del evakuiranega obroča, kjer potujejo naelektreni delci je elipsastega preseka  $131 \times 70$  mm in je dolg 26,7 km. Razdeljen je na 64 odsekov dolgih do 500 m; te lahko loču-

jejo med seboj s kovinskimi ventili, ki se odpro v celotnem preseku. Na vsakih 80 m so odcepi z ventili za priključitev črpalk za grobo črpanje, leak detektorjev in ostale vakuumске opreme.

Trije odseki so popolnoma opremljeni z diagnostičnimi instrumenti vezanimi na centralni računalnik. Na ostalih kontrolnih mestih se stalno kontrolira le tok ionsko getrskih črpalk. Vse ostale meritve so možne le s prenosno opremo v času, ko protosinhrotron ne deluje.

Načrti vseh pomembnih vakuumskih delov so gotovi in bodo sredi letošnjega leta naročeni. Zgrajen je tudi tunel. Predvidevajo, da bo instalacija sistema končana konec leta 1988 s tem, da bodo fiziki lahko izvedli svoje prve poskuse v začetku leta 1989.

Bojan Jenko, dipl.ing.

IEVT, Ljubljana

#### TEČAJ "OSNOVE" V MAJU 1984

Zadnji tečaj Osnove vakuumske tehnike, ki ga je DVTS organiziral v dneh 8., 9. in 10. maja 1984 je obiskovalo 31 slušateljev iz naslednjih delovnih organizacij:

17. ISKRA, Kibernetika, Kranj	3
18. ISKRA - Zmaj baterije, Ljubljana	1
19. JULON Ljubljana	1

#### Štev. slušateljev

1. Univerzitetni klinični center Golnik	1
2. Univerza E. Kardelj v Ljubljani VTOZD Kemija	1
3. SAVA, Kranj	1
4. ISKRA Tozd SEM - Tržaška 2, Lj.	1
5. Metalna	2
6. ISKRA IEZE - Upori Šentjernej	1
7. PINUS, Rače	1
8. AERO - Tozd Kemija, Celje	1
9. Železarna Jesenice	4
10. ISKRA Tovarna žarnic Stegne, Ljubljana	1
11. Hidromontaža Maribor	1
12. IEVT	1
13. ISKRA Kondenzatorji, Semič	6
14. ISKRA Feriti, Stegne, Ljubljana	1
15. GORENJE, Titovo Velenje	1
16. LEK, Ljubljana	2

Na tečaju so bile tokrat prvič obrazložene tudi črpalke z vodnim obročem in injektorske črpalke, tečajniki pa so zadnjikar prejeli Zbornik predavanj - 1. izdaja. V društvenih omarah je ostalo le še nekaj kosov te naše prve knjige in to je opozorilo da moramo čimprej pripraviti ponatis.

Iz dejstva, da smo prvo in edino obvestilo o tečaju poslali po pošti šele koncem marca (na orkog 200 naslovov v SR Sloveniji) in da je od zadnjega tečaja minilo komaj slabega pol leta, slušateljev pa ni bilo manj kot običajno, lahko ponovno ugotovimo, da so naši tečaji zanimivi in potrebni, ter da je še kako prav, da se trudimo za izboljšave njihovih programov.

Organizacijski odbor tečaja