

PROBLEM STEN REAKTORSE POSODE PRI TERMONUKLEARNEM REAKTORJU

1. Uvod

Med pomembnejše projekte tehnološkega razvoja SFRJ lahko štejemo „Jugoslovanski fuzijski program“, v katerega se je vključilo petnajst institutov oz. delovnih organizacij iz vse Jugoslavije. Predlagatelji tega projekta se sklicujejo na naraščajoče zanimanje raziskovalcev za kontrolirano fuzijo, ki da je v obdobju 1982 - 1986 (po podatkih mednarodne agencije za atomsko energijo) naraslo za 50%. Omenjena agencija navaja, da je bilo v letu 1986 vključenih v fuzijske raziskave več kot 40 držav. Čeprav vse kaže, da so raziskovanja kontrolirane fuzije v svetu dosegla raven, ko se v obstoječih napravah pričakuje realizacija fuzije kot energetskega izvora, se zastavlja vprašanje o ekonomski upravičenosti sprejetega projekta. Predlagatelji so si zamislili naslednji program (1):

- raziskovanje kontrolirane termonuklearne fuzije
- ustanovitev jugoslovanskega eksperimentalnega centra za fuzijo
- priprave jugoslovanske kandidature za postavitev mednarodnega fuzijskega reaktorja ITER in mednarodnega fuzijskega centra v Jugoslaviji

Same raziskave kontrolirane termonuklearne fuzije naj bi vključevale naslednje teme:

- osnovne in aplikativne raziskave na področju fizike fuzijske plazme
- atomski trkovni procesi
- interakcije s prvo steno in izbira materialov za prvo steno
- devterijsko-tricijski gorivni cikel
- nevtronika in nukleonika
- fuzijske tehnologije in tehno-ekonomski aspekti
- zaščita in radiacijska varnost

Iz Slovenije se je v projekt vključil Institut Jožef Stefan in Tehnična fakulteta Maribor. Ker bomo sami sodelovali v raziskavah interakcije ionov s prvo steno fuzijskega reaktorja, bomo na kratko opisali probleme na tem področju. Naše delo se bo navezovalo na raziskave, ki smo jih v preteklih letih opravili v sodelovanju z National Science Foundation (Washington).

2. Proces fuzijske reakcije

Nadzorovano zlivanje (fuzija) lahkih atomskih jeder (ponavadi so to jedra vodikovih izotopov devterija in tritija) je v središču raziskovanj že vse od petdesetih let sem. Ključna problema pri kontrolirani termonuklearni reakciji sta:

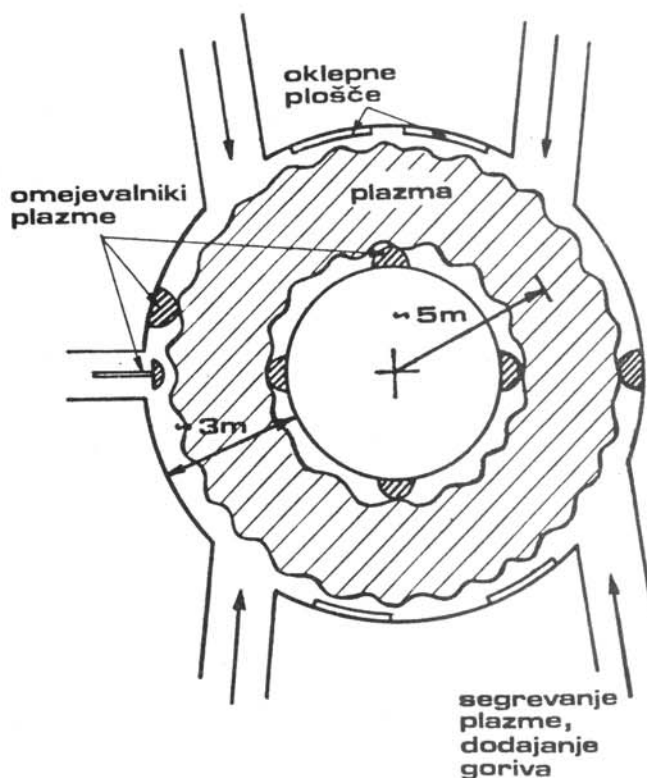
- kako segreti plazmo do ustrezno visoke temperature (približno sto milijonov kelvinov), ki bi omogočila jedrsko reakcijo
 $D + T \rightarrow He (3,5 \text{ MeV}) + n(14,1 \text{ MeV})$
 - kako plazmo prostorsko omejiti za ustrezno dolg čas, da bi dosegli energijsko rentabilnost reakcije
- Če naredimo energijsko bilanco, potem pridemo do

zaključka, da fuzijski proces lahko sprožimo in obdržimo le, če sta izpolnjena naslednja kriterija (2):

$$n \tau \geq 2 \cdot 10^{20} \text{ s/m}^3 \text{ in } kT = 12 \text{ keV}$$

kjer je n gostota plazme, τ časovni interval v katerem je plazma zgoščena na zahtevano gostoto in T temperatura plazme.

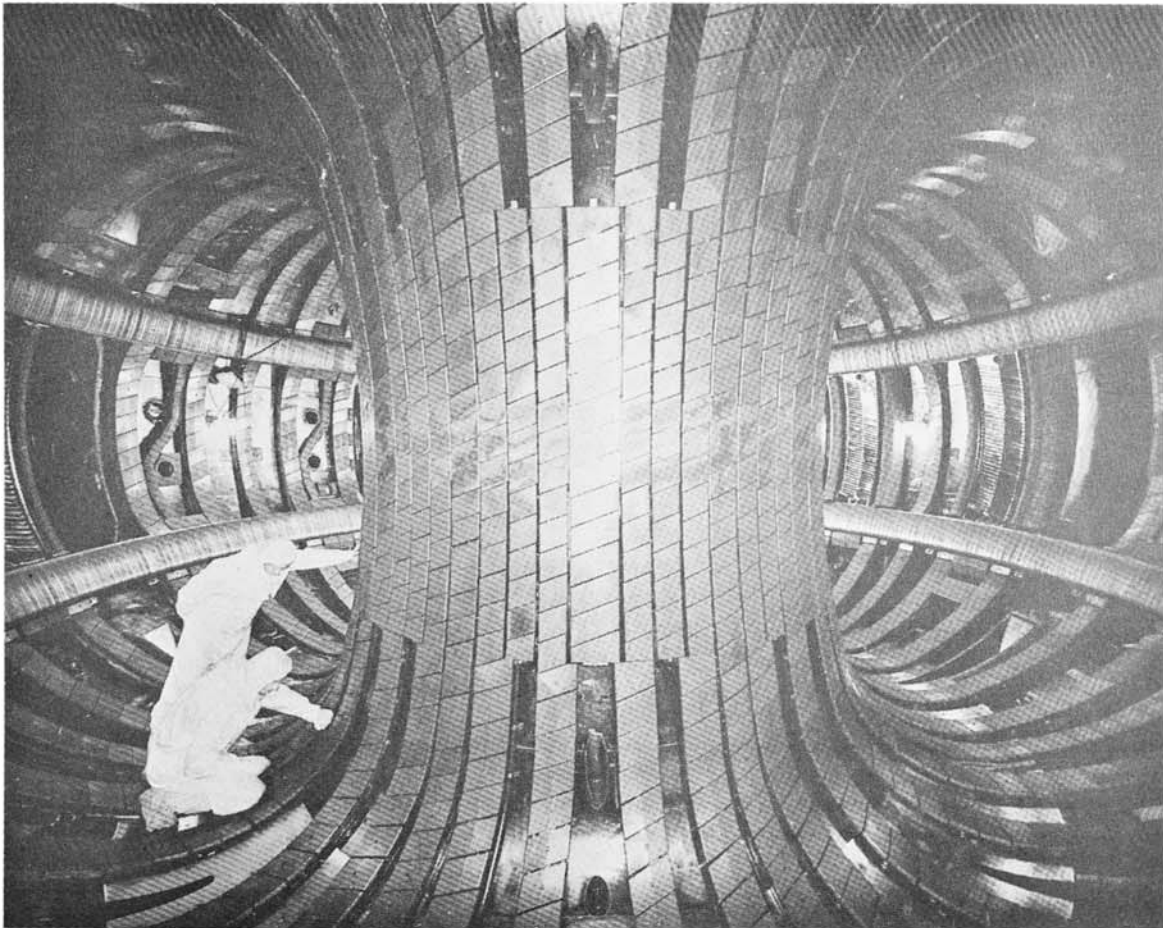
Zgoraj postavljene zahteve danes v največji meri izpolnjujejo reaktorji tipa tokamak, ki imajo značilno svitkasto obliko (sl.1).



Slika 1 Skica glavnih komponent termonuklearnega reaktorja vrste tokamak

Prve take naprave so zasnovali ob koncu šestdesetih let v moskovskih laboratorijih za fiziko plazme. Največje in najbolj izpopolnjene naprave te vrste so danes: ameriški tokamak TFTR v Princetonu (3), zahodnoevropski testni reaktor JET v Culhamu (4) (sl. 2), japonski reaktor JT-60 (5) in sovjetski reaktor T-15 (6). Vse našete naprave so pričele z delovanjem pred nekaj leti.

V tokamaku se zgosti plazma s toroidnim magnetnim poljem z jakostjo 2-8 T in poloidnim magnetnim poljem. Toroidno polje ustvarimo z zunanji tuljavami, medtem, ko izvira poloidno polje iz električnega toka, ki je induciran s spremembo magnetnega pretoka v centru, z namenom, da bi ustvarili in segreti plazmo. To ohmsko segrevanje plazme postane z naraščajočo temperaturo manj učinkovito zaradi zmanjšanja upornosti plazme. Plazmo moramo zato še dodatno segreti, kar lahko praktično realiziramo s posebnimi



Slika 2 Notranjost vakuumske posode zahodnoevropskega reaktorja JET v Culhamu

napravami za vbrizgavanje nevtralnih curkov devterija, oz. tritija, z RF generatorji in z elektronskim ciklotronskim segrevanjem. Celotna moč naprav za dodatno segrevanje je do 40 MW.

Vrednosti n , kT in τ , s katerimi karakteriziramo plazmo v fuzijskih reaktorjih, se v zadnjih dvajsetih letih kontinuirano izboljšujejo. Neodvisno so bile dosežene naslednje vrednosti:

- gostota plazme: $2 \cdot 10^{20}$ ionov/m³
- „temperatura“ plazme: 8 keV
- čas zgojitve: 0,8 s

Najvišje vrednosti produkta $2nkT\tau$ pa so še zmeraj pod tisto kritično mejo (za približno faktor 50 krat), ki je potrebna za vžig (D, T)- fuzijske plazme.

Naslednja važna zahteva se nanaša na koncentracijo nečistoč, ki mora biti za atome z nizkim atomskim številom ($Z = 8$) pod 1% in približno 10^{-4} za elemente z visokim atomskim številom.

3. Problem stene reaktorske posode

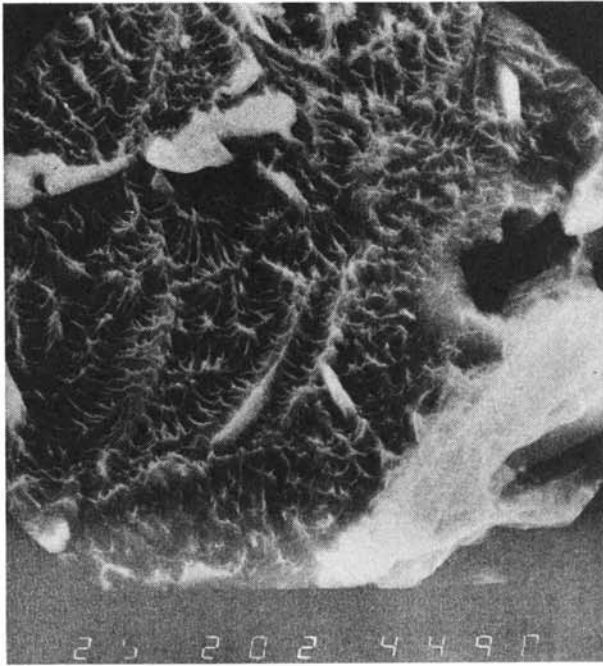
Ključni problem fuzijskih reaktorjev so interakcije plazme s stenami vakuumske posode. Obstreljevanje stene s hitrimi ioni in atomi je ne le izvir nečistoč, ampak je hkrati glavni vzrok za erozijo in pregrevanje notranjih površin reaktorja. Zato morajo imeti materiali, iz katerih so posamezni deli posode, dobre toplotne, električne, mehanske in površinske lastnosti.

V današnjih tokamakih je gostota toka vodikovih io-

nov na steno posode reda velikosti $3 \cdot 10^{19}$ ionov/m²s in 10^{21} - 10^{22} ionov/m²s na omejevalce plazme (7). Ti delci zadanejo ob steno z energijo od 100 eV do nekaj keV, kar ustreza razpršitvenemu koeficientu reda velikosti $Y = 10^{-2}$ atomov/ion. Gostota toka razpršenih atomov stene, ki so usmerjeni v plazmo, je potem 10^{18} atomov/m²s. Pri kontinuiranem delovanju to ustreza eroziji in redepoziciji nekaj ton materiala stene na leto. Če predpostavimo, da vsi atomi stene, ki so bili razpršeni, vdrejo v center plazme, potem bo kritična gostota nečistoč dosežena že prej kot v času zgojitve τ . Ker je koncentracija nečistoč v današnjih reaktorjih nesprejemljivo visoka, je še vedno odprto vprašanje, kako zmanjšati razprševanje sten in kako čimbolj preprečiti difuzijo razpršenih atomov v središče plazme.

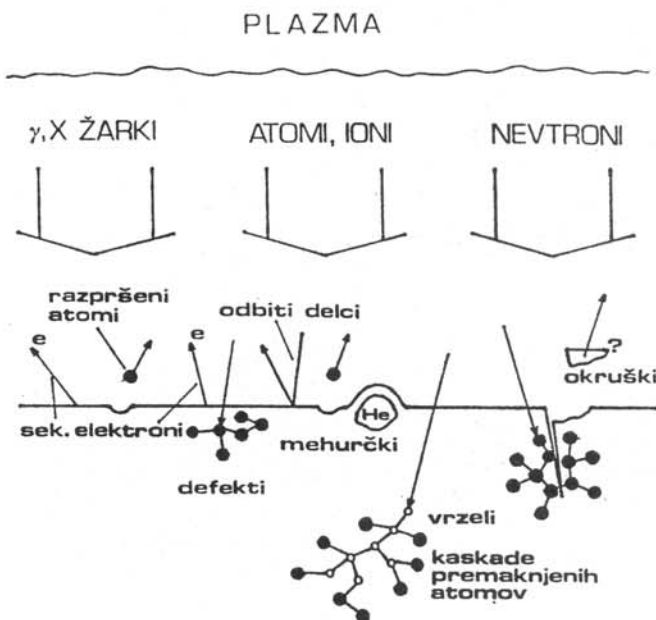
K eroziji stene (sl.3) prispevajo razen razprševanja še izparevanje, mehurjenje (blistering) in difuzija delcev plazme v steno. Interakcija plazme s površino stene je shematsko prikazana na sl.4. Zaradi obstreljevanja postajajo površine krhke, pokajo, z njih se luščijo drobni delci. Obstreljevanje z nevtroni lahko povzroči erozijo tudi na zunanji površini stene in povečano korozijo hlajenih (zunanjih) površin. Doslej zbrani eksperimentalni podatki so zelo pomanjkljivi.

Mehurjenje površine (blistering) (8) se pojavi med obstreljevanjem površin trdih snovi z velikimi dozami lahkih ionov (npr. vodik, helij), ki se implantirajo pod površino. Ko koncentracija teh atomov preseže kritično vrednost, ki je nekje med 0,3 do 1 atom plina na atom



Slika 3 Površina grafitne ploščice, ki smo jo obstreljevali s helijevimi ioni (energija ionov 10.5 keV, doza 2×10^{19} ionov/cm²); posnetek je bil narejen s rasterskim elektronskim mikroskopom pri 3200-kratni povečavi

tarče, potem se implantirana površina delno ali v celoti loči od podlage v obliki mehurčka ali pa se odlušti (sl.4).



Slika 4 Shematičen prikaz interakcije plazme z notranjo površino reaktorske posode

Zanimive so tudi še premalo znane spremembe, ki nastanejo zaradi tvorbe novih transmutiranih produktov v materialu stene (npr. precipitati cirkonija v niobiju), saj njihove koncentracije lahko presežejo mejo, ko je

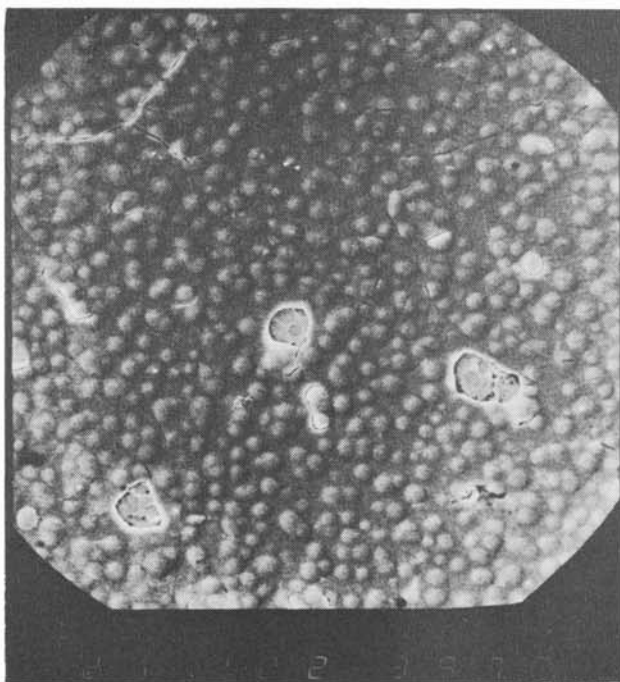
element še topen v osnovni matriki. Tvorba takšnih precipitativ spremeni mikrostrukturo snovi, vpliva na nastajanje drobnih luknjic v materialu in tako posredno določa mehanske lastnosti posameznih komponent.

Kot je bilo že omenjeno, je glavni vir nečistoč v reaktorju razprševanje stene posode. Nečistoče v plazmi pa močno vplivajo na energijsko bilanco termonuklearnih naprav. Poveča se poraba energije za segrevanje in omejevanje plazme, povečajo se tudi energijske izgube in posledica je ohladitev plazme pod kritično temperaturo za zlivanje jeder.

Nečistočam v plazmi se ne moremo povsem izogniti, lahko pa zmanjšamo njihovo koncentracijo in vpliv na različne načine. Nekatera prizadevanja gredo v smeri boljšega črpanja vakuumskih sistemov (v ameriškem reaktorju TFTR so v ta namen vgradili poseben Zr/Al površinski črpalni sistem, ki deluje kot reverzibilen geter za vodik in nerevezibilen geter za kisik in druge atome nečistoč), čiščenja notranjih površin s plazmo in zmanjšanja temperature plazme ob stenah.

Druge raziskave so usmerjene v iskanje oz. pripravo novih materialov z ustrežnejšimi lastnostmi. V poštev pridejo zlasti snovi z majhnim atomskim številom in visokim tališčem, ki se slabo razpršujejo, ki so nizko aktivne, odporne na radiacijske poškodbe in ki imajo primerne degazacijske in reciklacijske lastnosti. V današnjih eksperimentalnih napravah je večina sestavnih delov narejena iz nerjavnega jekla ali inconela, molibdena in bakra. Za najbolj obremenjene dele reaktorske posode (zaščitne oklepne plošče, omejevalci plazme) omenjeni materiali niso posebej primerni, ker imajo sorazmerno slabe površinske lastnosti. V poštev pridejo npr. ogljik, berilij, volfram oz. zlitina volframa in iridija in različne zaščitne plasti, npr. TIC, amorfni ogljik (a-C:H) (9). Za kvantitativno razumevanje razprševanja stene posode potrebujemo podatke o razprševanju naštetih materialov, še zlasti pri temperaturi, na kateri deluje reaktor. Zanimajo nas razpršitveni koeficienti, kotna in energijska porazdelitev porazdelitev razpršenih atomov pri obstreljevanju z lahкими ioni, kot so vodik, devterij, tritij, helij, kisik, ogljik in ioni preiskovanih materialov v energijskem področju od 50 eV do nekaj keV. Praktičen pomen imajo tudi podatki o preferenčnem razprševanju teh materialov.

Razen odpornosti na erozijo, zahtevamo od potencialnih materialov za prvo steno fuzijskega reaktorja, še odpornost na toplotno obremenitve. Tako morajo nekateri deli posode zdržati obremenitve nekaj kW/cm² v pulzih dolgih 1,5 s in v presledkih 300 s. Iz varnostnih razlogov bi morali materiali zdržati celo dvakrat toliko moči. Meritve so pokazale, da npr. grafit prevlečen z 20 μm debelo plastjo titanovega karbida brez škode prenese 5000 pulzov s trajanjem 1,5 s v presledkih po 300 s in z obremenitvijo 1 kW/cm². Večine komponent, ki so v neposrednem stiku z vročo plazmo, iz praktičnih razlogov ne moremo hladiti, ampak mora zadoščati običajno prevajanje toplote. Pri izdelavi teh komponent je torej smiselno kombinirati material z dobro toplotno prevodnostjo (npr. baker), ki služi kot podlaga z materialom, ki ima dobre površinske lastnosti in majhno atomsko število (npr. titan, vanadij). Take strukture, npr. 0,5 mm debelo plast vanadija na 13 mm debeli plošči



Slika 5 Mehurčki (blisterji) in okruški na mehansko polirani površini vzorca narejenega iz zlitine Inconel 600, ki je bil obstreljevan z ioni devterija (energija 33 keV, doza 4×10^{18} ionov/cm², povečava 1600x)

bakra, lahko pripravimo z eksplozijskim varjenjem, ki zagotovi zelo dober stik med posameznima komponentama. Tako pripravljena struktura V/Cu prenese toplotne obremenitve 1000 pulzov po 3,5 kW/cm² v 0,5 s.

4. Zaključek

Izbira materialov za izdelavo komponent vakuumske posode fuzijskih reaktorjev je nedvoumno ključni problem na poti h kontrolirani termonuklearni fuziji. Razvoj reaktorjev je pokazal, da je še sprejemljiva hitrost erozije stene reda velikosti 1 do 10 mm na leto (in to na površinah, kjer lahko redepozicijo zanemarimo), da je čas v katerem naj bi dosegli kritično koncentracijo nečistoč nekaj τ , in da so toplotne moči, ki so jim izpostavljeni nekateri deli vakuumske posode reda velikosti nekaj kW/cm² v času ene sekunde.

Vendar imamo danes še vedno premalo direktnih meritev v samem reaktorju, iz katerih bi lahko točno identificirali mesta najmočnejše erozije in ugotovili prispevek različnih ionov k razprševanju stene. Tudi o difuziji nečistoč v plazmo in njihovi redepoziciji na stene posode vemo premalo. Za praktično realizacijo, varno in učinkovito delovanje fuzijskih reaktorjev naslednje generacije bo zato potrebno opraviti še veliko sistematičnih raziskav na raznih materialih.

5. Literatura

- (1) Jugoslovanski fuzijski program
- (2) J. D. Lawson, Proc.Phys.Soc. (London) B70 (1957) 6
- (3) M. Murakami et al, Plasmaphys. and Cont. Fusion 28
- (4) R. J. Bickerton et al, ibid p. 55
- (5) M. Yoshikawa et al, ibid p. 165
- (6) G. A. Bobrovskij et al, J. Nucl.Mater. 145-147 (1987) 172-177
- (7) R. Berish et al, Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Research B 18 (1987) 629
- (8) B. Navinšek, Progress in Surface Science, vol. 7, p. 49 (1976)
- (9) H. Takatsu et al, J. Nucl, Mater., 155-157 (1988) 27-40

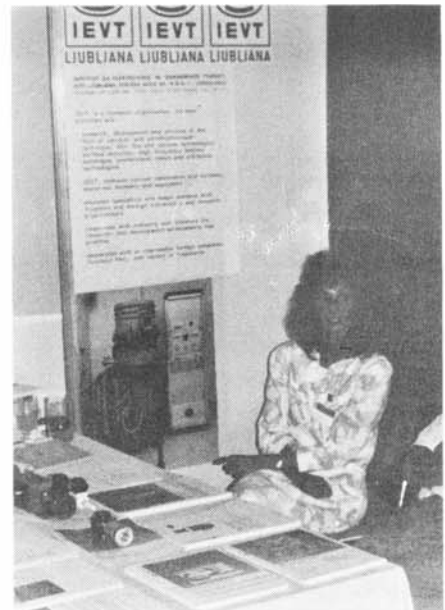
P. Panjan, A. Žabkar in B. Navinšek
Institut Jožef Stefan, Jamova 39, 61000 Ljubljana

Mednarodna vakuumska konferenca v Portorožu

Četrta združena vakuumska konferenca Jugoslavije, Avstrije in Madžarske je bila organizirana pod pokroviteljstvom Izvršnega sveta skupščine SR Slovenije in Mednarodne zveze za vakuumsko znanost, tehniko in aplikacije (IUVSTA) od 20. do 23. septembra 1988 v prostorih hotelov Bernardin v Portorožu. Vakuumska društva Jugoslavije, Avstrije in Madžarske so izvedbo konference zaupala lokalnemu organizatorju Društvu za vakuumsko tehniko Slovenije, ki jo je v sodelovanju z Inštitutom za elektroniko in vakuumsko tehniko (IEVT) organiziral in izpeljal v splošno zadovoljstvo večine udeležencev. Izjemno nizka pristojbina za udeležbo na konferenci, ki je bila določena na zahtevo madžarskih in nekaterih jugoslovanskih članov organizacijskega odbora že približno eno leto pred konferenco (svoje pa je napravila tudi inflacija), je zahtevala pridobitev sredstev za organizacijo iz drugih virov. Največ sredstev je preko IUVSTA prispeval UNESCO, manjšo finančno

pomoč pa je organizator dobil od IEVT, DVTS in Raziskovalne skupnosti Slovenije. Del sredstev smo pridobili še od tujih firm, ki so med konferenco razstavljale v hotelu Emona, manjše vakuumske komponente, instrumente in prospekte. Predstavile so se naslednje firme: Balzers, Edwards, IEVT, Leybold, Mipot, Saes Getters, Tungfram, Vacuum Generators in Varian. Zaradi stavke poštnih delavcev v Veliki Britaniji firma Amatron ni mogla poslati svojih eksponatov in je zato svoje sodelovanje odpovedala en dan pred pričetkom konference.

Čast otvoritve konference je kot njenemu predsedniku pripadla meni (A.Z.). Nato pa so imeli pozdravne govore mag. B. Pretnar kot predstavnik IS Slovenije, prof. H. Jahrreiss iz ZR Nemčije, kot predsednik IUVSTA, dr. I. Mojzes, predstavnik Madžarskega društva za fiziko Roland Eötvös in prof. F. Viehböck za Avstrijsko zvezo za vakuumsko tehniko.



- 1.) *Konferenco je otvoril njen predsednik dr.A. Zalar*
- 2.) *Prof.B. Perovičeva iz Beograda in dr.M. Riedel iz Budimpešte*
- 3.) *Vodja pri registrirni mizi D. Rovšnik v razgovoru z dr. Chandole-jem (Indija)*
- 4.) *Razstavljaj je tudi IEVT, informacije pa je posredovala B. Gluhododov*
- 5.) *Med predavanjem*



- 1.) Konferenco je pozdravil prof.H. Jahrreiss (ZRN), predsednik IUVSTA
- 2.) Razgovor indijskih kolegov; od leve: prof. N. Dhere (Brazilija), dr.S. Mohan in dr. Chandole (oba Indija)
- 3.) Vabljeni predavatelja prof.S. Hoffmann (ZRN) in dr. J. Greene, bodoči predsednik Ameriškega vakuumskega društva, v pogovoru med odmorom
- 4.) Predsednika sekcije Dr. Barna (Madžarska) in ing. Banovec (Jugoslavija) med predavanjem dr. Mesiania iz Italije
- 5.) Del udeležencev med izletom v Strunjan



Znanstveno-strokovni del konference je bil razdeljen na uvodna predavanja, dve poster sekciji in na tehnično sekcijo. Posebno predavanje je imel dr. W.L. Wurth (ZRN), ki je letošnji dobitnik nagrade Max Auwärter, katero podeljujejo v Avstriji mladim znanstvenikom za njihove posebej pomembne dosežke na področju vakuumske tehnike in na njej sorodnih področjih. Nagrado je dobil za raziskave molekularnih adsorbatov s spektroskopijo Augerjevih elektronov z visoko ločljivostjo.

Vabljeni predavatelji so bili izbrani tako, da so predstavili najnovejše dosežke iz področja vakuumske znanosti, tankih plasti, znanosti površin, vakuumske metalurgije in elektronskih materialov. Večina predavanj je bila na visoki znanstveni ravni, pri čemer so po mojem mnenju z zanimivo tematiko in svojim nastopom izstopali prof. S. Hofmann iz ZRN (Uporaba metod za analizo površin za študij segregacijskih pojavov), dr. J. Fremerey, ZRN (Tehnika magnetnih ležajev v vakuumski fiziki), dr. R. Dobrozemsky, Avstrija (Kalibracija plinsko-analitskih masnih spektrometrov), prof. J.E. Greene, ZDA (Interakcije nizkoenergijskih ionov s površinami med rastjo kristala iz parne faze), prof. T.E. Madey, ZDA (Interakcija vode s trdnimi površinami), prof. R. F. Bushah, ZDA (Trde prevleke) ter dr. J.S. Colligon, Velika Britanija (Ionski curki v tehniki površin). Žal nobeden od jugoslovanskih udeležencev ni imel vabljenega predavanja, kar bi nam bilo lahko tudi opozorilo za naš povečan zaostanek na vakuumskem področju za razvitim svetom.

V zvezi z obema poster sekcijama bi lahko rekli, sem bil je živ, morda le prekratek. Namreč, zaradi omejenega časa na približno dve uri za vsako sekcijo je bilo opaziti, da je nekaterim zmanjkalo časa za strokovno diskusijo in izmenjavo mnenj, s katerimi pa so udeleženci lahko nadaljevali med odmori konferenčnega programa ali pa v času izleta in večerje v Strunjanu.

In še nekaj statističnih podatkov o konferenci. Največ prispevkov je bilo s področja znanosti površin (33), nato pa tankih plasti (32), vakuumske znanosti (30), elektronskih materialov (24) in vakuumske metalurgije (8). Okrog dvesto udeležencev je predstavilo 127 del in sicer največ iz Jugoslavije, 62, sledijo Madžarska 27, Avstrija 12, Indija 4, ZRN 3, ZDA 3, Poljska 2 ter po en prispevek iz Braziliije, DDR, Francije, Italije, Japonske, Portugalske, Švice in Velike Britanije. Šest predavanj v tehnični sekciji so imeli predstavniki firm Balzers (1), Saes Getters (1), Varian (1) in Leybold (3).

IUVSTA je imela neposredno po konferenci, v času od 23. 9. do 25. 9., v Portorožu še 58. sejo Izvršnega odbora in seje posameznih sekcij te zveze.

V Portorožu se je sestal tudi mednarodni pripravljalni odbor za organizacijo 2. Evropske vakuumske konference. Sklenjeno je bilo, da bo ta konferenca od 21. do 26. maja 1990 v Trstu, sponzorstvo nad njo pa je že prevzela IUVSTA.

Za konec tega zapisa bi bilo potrebno dati še oceno stanja vakuumske tehnike v Jugoslaviji in oceno uspešnosti portoroške konference in vseh spremljajočih dogajanj.

Glede na število jugoslovanskih aktivnih udeležencev lahko sklepamo, da je zanimanje za vakuumsko tehniko in njej sorodnih področij razmeroma veliko, usmerjeno pa predvsem v aplikativne raziskave. Zaskrbljujoč je lahko podatek, da je najmanj naših aktivnih udeležencev bilo v „najbolj“ vakuumskih sekcijah, to sta vakuumska znanost in vakuumska metalurgija, večina pa v sekcijah tanke plasti, znanost površin in elektronski materiali, kjer se vakuum uporablja bolj kot nujno zlo. Vzrok takega stanja je vsekakor ekonomska situacija raziskovalnih institucij in slaba opremljenost laboratorijev ter razmeroma zahtevno interdisciplinarno področje vakuumske tehnike, za katerega se mladi lahko usposobijo šele po rednem šolanju na eni od fakultet, ki vakuumske tehnike nima v svojem rednem učnem programu (razen v Beogradu in v novjšem času v Mariboru).

In še ocena konference v Portorožu. Naj povzamem kar nekaj osnovnih misli iz zahvalnih pisem tujih udeležencev, ki sem jih prejel po konferenci. Mnenja so, da je bila konferenca organizirana na visoki strokovni in organizacijski ravni, poleg tega pa še posebej omenjajo prijaznost Jugoslovancev in čudovito okolje Portoroža. Prof. Higatsberger iz Avstrije je v svojem pismu ocenil, da je bil nivo konference tako visok, da ga bodo avstrijski kolegi čez tri leta, ko bo na vrsti Peta združena vakuumska konferenca Avstrije, Madžarske in Jugoslavije, težko dosegli. Z dobrimi ocenami se seveda strinjam, dodam pa naj le, da so nekateri manjši organizacijski spodrseljaji bili posledica premaloštevilne ekipe lokalnega organizatorja.

Na koncu se zahvaljujem vsem posameznikom in organizacijam, ki so kakorkoli pripomogli k realizaciji in uspehu konference.

A. Zalar

Posvetovanje „Karakterizacija materialov z vakuumskimi in nevakuumskimi postopki“, Donji Milanovac, 10. - 12. maj 1989

Sredi novembra je izšla prva informacija o zgoraj omenjenem posvetovanju, ki kaže na zgledno aktivnost naših kolegov vakuumistov iz Srbije. Objavljamo ga v originalu:

Savez društava za vakuumsku tehniko Jugoslavije, Društvo za vakuumsku tehniko Srbije i Institut za

atomsku fiziku, IBK-Vinča zajedno sa Društvom za masenu spektroskopiju i Društvom za elektronsku mikroskopiju - organiziraju savetovanje:

KARAKTERIZACIJA MATERIJALA VAKUUMSKIM I NEVAKUUMSKIM POSTUPCIMA

Poziva se stručnjake iz privrednih organizacija, instituta, fakulteta koji se bave ovom problematikom da aktivno učestvuju u radu savetovanja

Oblast karakterizacija osobina materijala i defekata sa stanovišta fundamentalnih istraživanja, kao i mogućnosti primena za kontrolu kvaliteta sistema i pojedinih delova sistema, zadnjih godina se veoma brzo razvija. Savremeni uređaji za karakterizaciju materijala-čvrstog tela, gasova, organskih preparata i biomateriala - poseduju sve bolje mogućnosti za analizu ali je cena uređaja koji koriste upadni snop izuzetno visoka. Radi toga su Društva koja se bave problematikom karakterizacije materijala ispoljila zajednički interes za organizaciju Savetovanja sa temom Karakterizacije materijala.

Jedan od ciljeva Savetovanja je i da okupi stručnjake iz privrede, naučnoistraživačkih instituta i fakulteta zainteresovane za oblast karakterizacije materijala, da razmene iskustva i doprinesu široj i potpunijoj primeni u raznim oblastima privrede i nauke.

Na savetovanju će uvodna predavanja održati poznati stručnjaci iz zemlje i inostranstva. Originalni radovi i uvodna predavanja biće štampani u posebnoj knjizi.

Privredne organizacije mogu da vrše reklamu svojih proizvodnih programa i interesa za karakterizaciju materijala na Savetovanju i u knjizi referata sa Savetovanja.

Mesto održavanja savetovanja

Predviđeno je da se Savetovanje o Karakterizaciji materijala održi u Donjem Milanovcu u Hotelu „Lepenski vir“. Donji Milanovac je oko 180 km istočno od Beograda. Put Beograd-Milanovac je izvanredan pa se kolima stiže za manje od 3 h. Iz Beograda postoji direktna autobuska veza (11h i 14,30). Pored toga biće organizovan i kolektivan prevoz. Hotel se nalazi na padinama iznad grada, a kategorije je a cene su izuzetno povoljne. Mogućnosti za održavanje konferencije su odlične. Za učesnike konferencije mogu se organizovati izleti na HE Đerdap (20 km), istorijsko nalazište Lepenski vir (7 km) i obilazak galerije (legata) u Kladovu poznatog beogradskog slikara Branka Stankovića o izgradnji HE.

Program savetovanja

Program Savetovanja će obuhvatiti sledeće oblasti:

- A. - Savremene metode za karakterizaciju materijala pomoću snopova
- B. - Karakterizacija osobina čvrstog tela
- C. - Hemijske metode karakterizacije materijala
- D. - Masena spektrometrijska analiza
- E. - Analiza bioloških materijala
- F. - Nedestruktivna analiza

Priprema radova

Apstrakti radova od 100 reči na jednom od jezika jugoslovenskih naroda i na engleskom treba dostaviti organizatoru najkasnije do 15.01.1989.

Kompletan rad (original i jedna kopija) treba da bude poslat organizatoru do 15.04.1989. da bi mogao da bude štampan pre Savetovanja i dat učesnicama.

Originalna saopštenja do 4 kucane strane (sa slikama i dijagramima) i uvodno predavanje do 10 kucanih strana treba dostaviti organizatoru na adresu za kontaktiranje.

Autori saopštenja imajuće za izlaganje 15 minuta, autori uvodnih izlaganja 45 minuta. Za izlaganje će moći da koriste dijapozitive 5x5 cm i grafoskop.

Kotizacija

Za učešće na Savetovanju učesnici treba da uplate kotizaciju u iznosu 150.000.-din. na žiro račun

DRUŠTVA ZA VAKUUMSKU TEHNIKU SRBIJE SDK
Beograd

broj 60803-678-8878

Na osnovu uplaćene kotizacije stiče se pravo i na knjigu radova sa konferencije.

Važni datumi

- Prijava i apstrakti do 15.01.1989.

- Radovi do 15.04.1989.

- Konferencija se održava od 10.-12.05.1989.

Adresa za kontaktiranje:

Dr Tomislav Nenadović

IBK - Vinča, OOUR 040

P.p. 522

11001 Beograd

tel. 458-222 lokal 560

NOVA VAKUUMSKA KNJIGA

Pred približno enim mesecem je pri založbi „Naučna knjiga“ v Beogradu izšla nova domača vakuumska knjiga avtorjev dr.Milana Kurepe in dr.Branke Čobić z naslovom „Fizika i tehnika vakuuma“, (naklada 500 izvodov, 777 strani, format 16,5x24 cm, cena 160.000.-din; v Sloveniji zbira naročila zanjo tehnični oddelek knjigarne „Mladinska knjiga“, Titova 3, Ljubljana). V prvem delu (fizika - 238 strani) so obravnavana naslednja področja: statika in dinamika kapljev, lastnosti idealnih in realnih plinov, molekularni pojavi v plinu,

procesi pretokov v plinu, fazni prehodi, vezani plini in električni tok v plinih. Drugi del (tehnika vakuuma - 539 strani) pa obravnava: osnove črpanja, vakuumske črpalke (cca 100 strani), merjenje nizkih tlakov plinov in par (cca 120 strani), stekleni vakuumski sistemi, kovinski vakuumski sistemi, iskanje mesta in stopnje netesnosti vakuumskega sistema, projektiranje vakuumskega sistema in metrologija vakuumskih veličin.

Knjiga je razširitev, dopolnitev in preureditev dveh knjig istih avtorjev (vakuumska fizika za III. in IV. razred

usmerjenega izobraževanja), ki sta izšli pri isti založbi v letih 1979 in 1980. Napisana je v srbohrvaščini, v latinici, zgoščeno in pregledno. Prvi del - fizika vakuumu zahteva v glavnem visokošolsko znanje tehniških fakultet, drugi del pa je namenjen širšemu tehničnemu izobraženstvu. Za dobro razumevanje vključuje tekst skupno še nad 700 različnih slik, diagramov in tabel.

Očitno je, da sta avtorja pri zasnovi knjige imela pred očmi dejstvo, da se je bodo posluževale osebe različne strokovne izobrazbe, katerih skupna naloga je uporaba vakuumu za raziskovalne, tehnično razvojne in tehnološke namene. Zato je na mestih, kjer je snov zahtevnejša, podrobneje in bolj na široko razložena.

Opazen je tudi poudarek na prikazu problemov konstrukcije vakuumskih naprav in natančnega merjenja tlaka, kar je v času ko so zaradi slabih ekonomskih možnosti, nakupi v tujini vse težji, vsekakor zelo dobrodošlo. Knjiga „Fizika i tehnika vakuumu“ je prva domača knjiga s celovitim prikazom in razlago teore-

tičnih in praktičnih problemov naše panoge. Služila bo kot učbenik študentom pri predmetih, ki obravnavajo ali se dotikajo vakuumu ter kot odličen pripomoček inženirjem in tehnikom pri obvladovanju praktičnih problemov. Zato je prav, da bi se znašla na policah knjižnic vseh tistih delovnih organizacij, kjer je tehnologija vezana na vakuumsko tehniko.

A.P.

P.S.: V zadnjem času smo se tudi člani našega uredništva nekajkrat pobliže seznanili s publiciranjem in dobro vemo, koliko truda je potrebno, da taka knjiga izide. Zato obema avtorjema iskreno čestitamo. Veseli smo njune- ga uspeha, ki je za jugoslovansko vakuumsko tehniko še kako pomemben.

KOLEDAR PRIREDITEV

15. - 20. JANUAR 1989: SPIE - Simpozij o uporabi optike, elektrooptike in laserjev v znanosti in praksi; Los Angeles, ZDA

7. - 9. FEBRUAR 1989: Konferenca o kemiji in fiziki stičnih ploskev pri polprevodnikih; Bozeman, Montana, ZDA

19. - 22. FEBRUAR 1989: 12. letno srečanje ameriškega društva za adhezijo; Head Island, ZDA

27. FEBRUAR - 3. MAREC 1989: 2. mednarodni simpozij o trendih in novih uporabah tankih plasti (TAFT 89); Regensburg, ZRN; informacije: prof.dr.H. Hofmann, Universitaetsstr. 31, Postfach 397, 8400 Regensburg, DDR; organizatorja: nemško in francosko vakuumsko društvo (DAGV + SFV)

6. - 9. MAREC 1989: 9. generalna konferenca komisije za trdno snov; Nica, Francija. Informacije: J.P. La Heurte, Lab. de la Metriere Condensee. Univ. de Nice, F-06034 Nice, Cedex, France

13. - 17. MAREC 1989: 16. evropska konferenca o kontrolirani fuziji in o fiziki plazme; Benetke, Italija

17. - 19. MAREC 1989: 4. evropski fizikalni seminar o možnostih mednarodnih raziskav; R. Boškovič, Zagreb, Jugoslavija

20. - 22. MAREC 1989: 1. mednarodna konferenca o indijevem fosfidu in drugih materialih za sodobne elektronske in optične naprave; Norman, Oklahoma, ZDA

20. - 23. MAREC 1989: 8. interdisciplinarna konferenca o površinskih znanostih (ISSC-8), Liverpool, Anglija; informacije: P. Neightman, Oliver Lodge Lab, Oxford Street, POB 147, Liverpool L6938x United Kingdom

3. - 6. APRIL 1989: 5. konferenca o nizkoenergijskih ionskih curkih; Guildford, Anglija; informacije: Meetings Office, The Institute of Physics, 47 Belgrave Square, London SW1X 8QX, U. K.

3. - 7. APRIL 1989: 3. evropska konferenca o atomski in molekularni fiziki; Bordeaux, Francija; informacije: Dr A. Salin (ECAMP 3), Universite Bordeaux 1, 351 cours de la Liberation 33405-Talence Cedex, France

10. - 13. APRIL 1989: 6. oxfordska konferenca o mikroskopiji polprevodniških materialov; Oxford, Anglija; informacije: A.G. Cullis, Royal Signals and Radar Estab., St Andrews Rd. Malvern, Worcester

17. - 21. APRIL 1989: Mednarodna konferenca o matalurških prekritjih; San Diego, Kalifornija, ZDA

23. - 26. APRIL 1989: EIW-4lonski curki pri raziskavah in tehnologijah materialov; Bad Honnef, ZRN

24. - 29. april 1989: Spomladansko srečanje ameriškega društva MRS (Materials Research); San Diego, Kalifornija, ZDA

8. - 10. MAJ 1989: Vakuumaska elektronika in displeji - posvet; Garmisch-Partenkirchen, ZRN; (info VDE)

8. - 12. MAJ 1989: 12. mednarodna konferenca o ciklotronih in njihovi uporabi; Zah. Berlin, ZRN

9. - 10. MAJ 1989: Mednarodna konferenca o prekritjih in senzorjih za akustične in elektromagnetno-optične namene; University Park, Pensilvanija, ZDA

9. - 11. MAJ 1989: 17. jugoslovansko posvetovanje o mikroelektroniki; Niš, Jugoslavija; organizator MIDEM-MIEL, informacije: P. Tepina, MIDEM-MIEL, Titova 50, 61000 Ljubljana, telefon (061)316-886

10. - 12. MAJ 1989: Posvetovanje: Karakterizacija materialov z vakuumskimi in nevakuumskimi postopki; Donji Milanovac, Hotel Lepenski vir; organizator: DVT Srbija; informacije: dr Tomislav Nenadović IBK Vinča, OOUR 040 p.p. 522, 11001 Beograd, telefon (011)458-222 lokal 560

17. - 19. MAJ 1989: Kongresni sejem „Messlab 89“ za merilno tehniko in instrumente v elektroniki in laboratorijih; Sindelfingen; ZRN

22. - 25. MAJ 1989: 5. mednarodni simpozij o v grafit vgrajenih sestavinah; Berlin, ZRN; informacije: F.W. Froben, Fachbereich Physik, Inst. fuer Molekuelphysik, Universitaet Berlin, Arnimallee 14, D-1000 Berlin 33

29. MAJ - 2. JUNIJ 1989: 12. mednarodni simpozij o molekularnih curkih; Perugia, Italija; informacije: Vincenzo Aquilanti, Dipartimento di Chimica Dell'Universita, 1-06100 Perugia, Italija

31. MAJ - 2. JUNIJ 1989: 7. mednarodna konferenca o tehnikah z ioni in plazmo; Ženeva, Švica

5. - 9. JUNIJ 1989: 7. mednarodni kolokvij o plazmi in naprševanju ter 5. mednarodni simpozij o suhem jedkanju in depozicijah s plazmo v mikroelektroniki; Antibes, Francija; informacije: Societe Francaise du Vide 19, Rue de Renard-75004 Paris, France

5. - 10. JUNIJ 1989: 33. jugoslovanska konferenca za elektroniko, telekomunikacije, avtomatizacijo in jedrsko tehniko (ETAN); Novi Sad; organizator: Jugoslovanski savez za ETAN in društvo za ETAN SAP Vojvodine

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

12. - 15. JUNIJ 1989: 5. mednarodna konferenca o tribologiji (EUROTRIB-89); Helsinki, Finska; informacije: Kenneth Holmberg, Technical Research Centre VTT/KOT; Metallimiehenkuja 6; SF-0215 Espo, Finland

18. - 22. JUNIJ 1989: 11. jugoslovanski simpozij o elektrokemiji; Rovinj, Hrvatsko kemijsko društvo v imenu zveze kemijskih društev Jugoslavije; informacije: dr Mirjana Metikoš-Huković, Tehnološki fakultet OOUR IKI, Zavod za elektrokemiju; 41000 Zagreb, Savska cesta 16/1. Po simpoziju bo v Rovinju:

22. JUNIJ - 1. JULIJ 1989: 7. mednarodna letna šola: Kemija stičnih površin med tekočinami in trdimi snovmi; Rovinj, informacije na istem naslovu kot v prejšnji točki

10. - 14. JULIJ 1989: 4. mednarodna konferenca o elektronski mikroskopiji; Honolulu, Havaji, ZDA

10. - 14. JULIJ 1989: 19. mednarodna konferenca o ioniziranih plinih; Beograd; informacije: V. Zigman, Oddelek za fiziko in metrologijo Univerze v Beogradu, Studentski trg 16, POB 550

10. - 14. JULIJ 1989: Mednarodna konferenca o ionskih izvorih; Berkeley, Kalifornija, ZDA; informacije: J. Brown, LBL Bldg53, Univ. of California, Berkeley CA 94720 USA

17. - 21. JULIJ 1989: 9. mednarodna konferenca o fiziki UV sevanja v vakuumu; Honolulu, Havaji, ZDA

26. JULIJ - 1. AVGUST 1989: 16. mednarodna konferenca o fiziki elektronskih in atomskih trkov (IC-PEAC); New York, ZDA

20. - 26. avgust 1989: Mednarodna konferenca o viSOKOENERGIJSKIH pospeševalnikih; Tusukubu, Japonska

28. - 31. AVGUST 1989: 7. mednarodna konferenca o dinamičnih procesih v vzbujenih stopnjah trnih snovi; Athens Georgija, ZDA; informacije: J.E. Rives, Dept of phys. and Astron., Athens, GA 30602, ZDA

28. AVGUST - 1. SEPTEMBER 1989: 12. mednarodni kongres o optiki z X-žarki in rentgenski mikroanalizi; Krakow, Poljska; informacije: prof. Jasienska, Akademija za rudarstvo in metalurgijo, Metalurški inštitut; 30059 Krakow, Poljska

6. - 15. SEPTEMBER 1989: Mednarodna šola o fiziki plazme-tritij in moderna goriva za fuzijske reaktorje - razstava; Varenna, Italija; informacije: prof. Sindoni, School of Plasme Physics, 16 Via Celoria, 20133 Milano, Italija

4. - 8. SEPTEMBER 1989: 9. mednarodni simpozij o kemiji s plazmo; Pugnochiuso, Italija

30. SEPTEMBER - 4. OKTOBER 1989: Mednarodna konferenca o tankih plasteh in monokristalih; Ustron, Poljska

25. - 27. SEPTEMBER 1989: Senzorji in njihova uporaba; Canterbury, Anglija; informacije: Meetings Officer, The Institute of Physics, 47 Belgrave Square, London SW1X 80X, U.K.

25. - 29. SEPTEMBER 1989: 11. mednarodni vakuumski kongres (IVC- 11) in 7. mednarodna konferenca o površinah trdnih snovi (ICSS- 7); Koeln, ZRN; informacije: prof.dr. A. Benninghoven, Physikalisches Institut Der Universitaet, Muenster, Wilhelm-Klemm Strasse 10, D-4000 Muenster, BRD

25. - 30. SEPTEMBER 1989: 1. mednarodna konferenca o epitaksijski rasti kristalov; Budimpešta, Madžarska

27. - 29. SEPTEMBER 1989: Srečanje sekcije za steklo ameriškega keramičnega društva - simpozij o površinah tankih plasteh in stičnih ploskvah med amorfni in kristaliziranimi snovmi; Arleando, Florida, ZDA

23. - 27. OKTOBER 1989: mednarodna konferenca o integriranih vezjih in polprevodniški tehnologiji; Beijing, Kitajska

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

24. - 29. OKTOBER 1989: Evropska konferenca o uporabi analiz in stičnih ploskev (ACESIA 89); Antibes, Francija; informacije: MMe.J.Fauvet, Societe Francaise du Vide, 19 rue dr Renard, F- 075004 Paris, France

3. - 4. NOVEMBER 1989: 3. vrhunska konferenca o kvantitativnih površinskih analizah; Salem, MA, ZDA

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

1990

MAREC ALI APRIL 1990: 11. jugoslovanski vakuumski kongres; Kranjska gora; organizator JUVAK in DVT Slovenije

APRIL 1990: 8. mednarodna konferenca o tankih plasteh; San Diego, Kalifornija, ZDA; informacije: J.E. Greene, Material Sciences, C.S.L Univ. of Illinois 1101 W.Springfield Ave. Urbana IL.61801 ZDA

21. - 26 MAJ 1990: 2. evropska vakuumaska konferenca (EVC-2); Trst, Italija; lokalni organizator je italijansko vakuumsko društvo; uradni jezik bo angleški; informacije: DVT Slovenije

25. - 29. JUNIJ 1990: 17. evropska konferenca o kontrolirani fuziji in segrevanju s plazmo; Amsterdam, Nizozomska

24. - 29. SEPTEMBER 1990: 11. evropska konferenca o površinski znanosti; Salamanca, Španija

3. - 7. JUNIJ 1991: 18 evropska konferenca o kontrolirani fuziji in segrevanju s plazmo; Berlin, ZRN

24. - 30. JULIJ 1991: 17. mednarodna konferenca o fiziki elektronskih in atomskih trkov; Brisbane, Avstralija

17. - 19. SEPTEMBER 1991: Fizika za idustrijo-industrija za fiziko; Krakow, Poljska

9. - 12. julij 1990: 3. mednarodna konferenca o strukturi površin; Šanghaj, Kitajska; informacije: M.A. Van Hove, MCSD, Lawrence Berkeley Lab, Berkeley, California, 94720 ZDA

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

24. - 27. SEPTEMBER 1990: Evropska konferenca o galijevem arzenidu, St. Heller, Jersey, Anglija

1991

1. - 7. SEPTEMBER 1991: Mednarodna konferenca o magnetizmu; Edinburg, Anglija

JESEN 1991: 5. združena konferenca vakuumistov Avstrije, Madžarske in Jugoslavije; v Avstriji

1992

14. - 18. SEPTEMBER 1992: 12. mednarodni vakuumski kongres (IUVSTA); Rio de Janiero, Brazilija

1993

Poleti 1993: 12. jugoslovanski vakuumski kongres; v BIH ali na Hrvaškem
