

# VAKUUMIST

# 10

januar  
1986

GLASILO DRUŠTVA ZA VAKUUMSKO TEHNIKO SLOVENIJE

## VSEBINA

- Antirefleksna pokritja
- Vakuumsko difuzijsko kromanje mehkega železa za releje
- Seja izvršnega odbora JUVAK
- Vakuumski tečaj v novembru
- JUVSTA v Debrecenu
- Tretji skupni vakuumski kongres Madžarske, Avstrije in Jugoslavije
- Colloquium spectroscopikum internationale
- Prva evropska konferenca o uporabi metod za analizo površin
- Visokovakuumski sistem tip VVS-63 Multivak
- Koledar pomembnih vakuumskih prireditev
- In memoriam: Karlo Grahek
- Kratke novice

## ANTIREFLEKSNA POKRITJA

### 1. IZVLEČEK

Delo obravnava dielektrična antirefleksna pokritja za vidni del EM spektra. Opisani so enoslojno, dvoslojno ter tri in večslojno antirefleksno pokritje. V Iskri-Center za elektrooptiko delamo vse naštetе vrste AR pokritja. Podani so teoretični izračuni in praktični izmerki teh pokritij. Ujemanje teorije s prakso je dobro.

### 2. UVOD

Vsakokrat, ko svetloba "prestopi" mejo dveh sredstev, ki imata različen lomni količnik (na primer meja zrak - steklo pri leči),

se nekaj svetlobe odbije. Propustnost optične komponente je zato vedno manjša od ena ( $T \leq 1$ ), čeprav absorpcije v želenem delu spektra ni. Propustnost BK-7 stekla je 92%, SF-8 stekla pa samo 85%. Optični sistem vsebuje več optičnih komponent, tako da je skupna transmisija lahko zelo majhna. Del odbite svetlobe od različnih površin tudi lahko doseže fokusno ravnino. Tu dobimo narcis, ki zmanjša kontrast slike. Zaradi naštetega moramo zmanjšati odboj svetlobe na površinah optičnih komponent nekega sistema. To naredimo s takoimenovanimi odbojnimi (antirefleksnimi) pokritji. Pokritja so lahko enoslojna z odbojnostjo  $R = 0$  za eno valovno dolžino, ali dvo in več slojna, ki imajo  $R = 0$  oziroma  $R = 0$  na večjem valovnem območju. Sloji so iz dielektričnih neabsorptivnih materialov ( $k = 0$ ). Ločimo

AR pokritja za podloge - substrate z nizkim lomnim količnikom ( $n$  od 1,5 do 1,9) in z visokim lomnim količnikom ( $n > 2$ ). Prva pokritja obsegajo bližnji ultravijolični (NUV), vidni in bližnji infrardeči (NIR) del spektra, druga pokritja pa infrardeči (IR) del spektra. Razlika med obema vrstama pokritij je v tem, da v prvem primeru zmanjšujemo odbojnost površine z nekaj % (4% - 8%) na manj kot 0,5%; v drugem primeru pa s 30% in več na 1% do 2%. V nadaljevanju se bomo omejili na AR pokritja za materiale z  $n$  od 1,5 do 1,75.

### 3. ENOSLOJNA POKRITJA (1)

Odbojnost steklene dielektrične površine za normalni vpad svetlobe je

$$R = \frac{(n_0 - n_s)^2}{(n_0 + n_s)^2}$$

$n_0$  je lomni količnik vhodnega sredstva (običajno zrak),  $n_s$  pa lomni količnik izhodnega sredstva (steklo).

Odbojnost dielektrične površine z enoslojnim pokritjem, ki ima lomni količnik  $n_1$ , je (velja za poljubni vpad):

$$R = \frac{a_1 \cos^2 \delta_1 + a_2 \sin^2 \delta_1}{a_3 \cos^2 \delta_1 + a_4 \sin^2 \delta_1}$$

kjer so:  $a_1 = (n_0 - n_s)^2$

$$a_2 = (n_1 - \frac{n_0 n_s}{n_1})^2$$

$$a_3 = (n_0 + n_s)^2$$

$$a_4 = (n_1 + \frac{n_0 n_s}{n_1})^2$$

in  $\delta_1 = \frac{2\pi n_1 t_1}{\lambda}$  ;  $t_1$  je debelina sloja

Če je  $n_1 t_1 = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}$  itd., je  $\delta_1 = 180^\circ, 360^\circ, 540^\circ$  itd. Odbojnost je v tem primeru enaka odbojnosti gole površine. Če je  $n_1 t_1 = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}$  itd., je odbojnost ali minimalna ali maksimalna

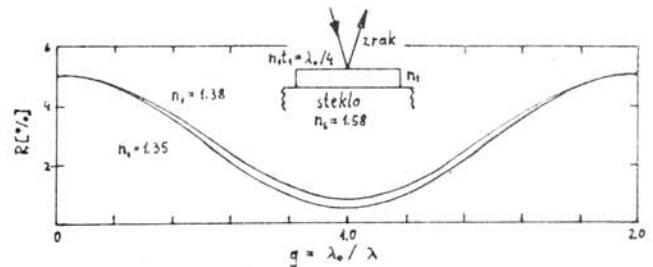
$$R_m = \frac{(n_1^2 - n_0 n_s)^2}{(n_1^2 + n_0 n_s)^2}$$

kjer je  $m$  liho število. Nas zanimajo samo minimumi, ki jih dobimo, ko je  $n_0 > n_1 > n_s$  ali  $n_0 < n_1 < n_s$ . Ker je  $n_0$  običajno 1,  $n_0 = 1$ , velja drugi pogoj. Odbojnost je nič  $R = 0$ , ko je

$$n_1 = (n_0 n_s)^{1/2}$$

Večina optičnih materialov, ki jih običajno uporabljamo v NUV, vidnem in NIR delu spektra, ima lomni količnik  $n_s$  med 1,5 in 1,75 (2). Da dobimo odbojnost  $R = 0$  za določeno valovno dolžino  $\lambda_0$ , moramo napatiti debelino  $m \lambda_0/4$  ( $m$  je liho število) in lomnim količnikom  $n_1$  1,22 in 1,30 (če je  $n_0 = 1$  - zrak) Materialov za naprevanje s temi lomnimi količniki ni (3). Obstojata materiala z lomnim količnikom  $n_1 = 1,35$  in 1,38, s ka-

terima dobimo odbojnost  $R = 0$ , za eno valovno dolžino za substrate z  $n_s > 1,82$ . Enoslojni AR je kompromis med obstojnim trdim pokritjem in nizko odbojnostjo.



Sli.1.: V-AR, izračunane refleksije na podlagi  $n_s = 1,58$  z  $n_1 = 1,35$  in  $n_0 = 1,38$

### 4. DVOSLOJNA POKRITJA (4)

Dvoslojno pokritje je "boljše" od enoslojnega, ker lahko z razpoložljivimi materiali oziroma kombinacijo dveh materialov dobimo odbojnost  $R = 0$  za eno valovno dolžino tudi za substrate z  $n < 1,82$ . Karakteristična matrika je zmnožek posameznih matrik slojev v pravilnem vrstnem redu:

$$\begin{bmatrix} \cos \delta_1 & \frac{i \sin \delta_1}{n_1} \\ i n_1 \delta_1 & \cos \delta_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \delta_2 & \frac{i \sin \delta_2}{n_2} \\ i n_2 \delta_2 & \cos \delta_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ n_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B \\ C \end{bmatrix}$$

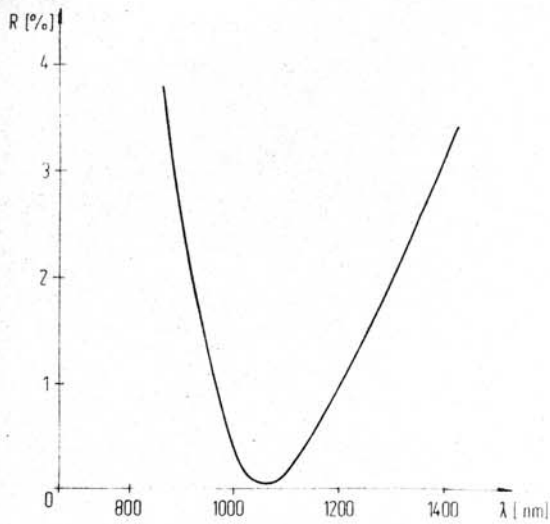
kjer je  $n_3$  lomni količnik substrata,  $n_2$  lomni količnik prvega sloja,  $n_1$  lomni količnik drugega sloja in  $\delta_1 = 2\pi n_1 t_1 / \lambda$ .

Pogoj za odbojnost  $R = 0$  je, da je optična admitanca  $Y$  enaka lomnemu količniku vhodnega sredstva  $n_0$  (običajno zrak).

$$Y = \frac{C}{B} = n_0$$

Realni in imaginarni del izenačimo posebej. Z nekaj matematičnimi operacijami pridemo do dveh kvadratnih enačb za  $t_1$  in  $t_2$ . Dobljene vrednosti za  $t_1$  in  $t_2$  moramo pravilno sestaviti (+ rešitev prve in - rešitev druge enačbe), da dobimo dva para rešitev za debelini, ki data odbojnost nič ( $R = 0$ ) za valovno dolžino  $\lambda$ .

Dvoslojno AR pokritje je zelo ozko in ga praktično uporabljamo v optičnih sistemih tam, kjer želimo dobro propustnost le za eno valovno dolžino (laserji). Teoretična rešitev je dokaj enostavna. Težave nastanejo pri praktični izvedbi - odstopanje geometrijskih debelin slojev od izračunanih, neujemanje lomnih količnikov s teoretičnimi vrednostmi. Rešujemo jih na razne načine (5, 6). Na sliki 2 vidimo V-AR narejen v Iskri CEO.



Sl.2.: V-AR 1,06  $\mu\text{m}$  na steklu  $n_3 = 1,52$  z materialom  $n_2 = 1,97$  in  $n_1 = 1,46$

### 5. TRISLOJNA IN n-SLOJNA POKRITJA

Če želimo nizko odbojnost na širšem intervalu valovnih dolžin, je potrebno dvoslojnemu pokritju dodati eneja ali več slojev. V primeru, da dodamo en sloj z lomnim količnikom  $n_3$ , ki je med lomnima količnikoma  $n_1$  in  $n_2$ , dobimo trislojno AR pokritje z odbojnostjo enako nič ( $R = 0$ ) pri dveh valovnih dolžinah  $\lambda_1$  in  $\lambda_2$ . Debelini dvoslojnika je treba spremeniti (7, 8, 9, 10). Na sliki 3 vidimo trislojno širokopasovni AR (B-AR) za vidni del EM spektra, narejen v Iskri CEO.

Karakteristična matrika tri oziroma n-slojnika je (4) ( $n$  je celo število 3)

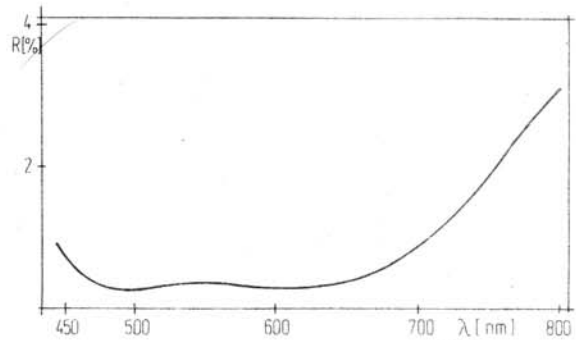
$$\begin{bmatrix} B \\ C \end{bmatrix} = \left\{ \prod_{r=1}^n \begin{bmatrix} \cos \delta_r & \frac{(i \sin \delta_r)}{n_r} \\ i n_r \sin \delta_r & \cos \delta_r \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} 1 \\ n_{n+1} \end{bmatrix}$$

kjer je 
$$\delta_r = \frac{2 \pi n_r t_r \cos \theta_r}{\lambda}$$

$$n_r = N_r \cos \delta_r \text{ za s polarizacijo}$$

$$n_r = \frac{N_r}{\cos \delta_r} \text{ za p polarizacijo}$$

$N_r$  je lomni količnik  $r$ -tega sloja.  $N_{n+1}$  je lomni količnik podloge. Če imamo podan vpadni kot  $\theta_0$ , lahko vrednosti za  $\theta_r$  iz-



Sl.3.: Širokopasovni antirefleks (B-AR) od 450 nm do 650 nm; podloga  $n_4 = 1,52$ , materiali  $n_3 = 1,81$ ,  $n_2 = 2,06$  in  $n_1 = 1,38$ .

računamo s Snellovim zakonom:

$$N_0 \sin \theta_0 = N_r \sin \theta_r$$

Z malo daljšim računom dobimo izraz za odbojnost  $R$  (4)

( $n_0 = 1$  - zrak)

$$R = \frac{(B-C)(B-C)^*}{(B+C)(B+C)^*}$$

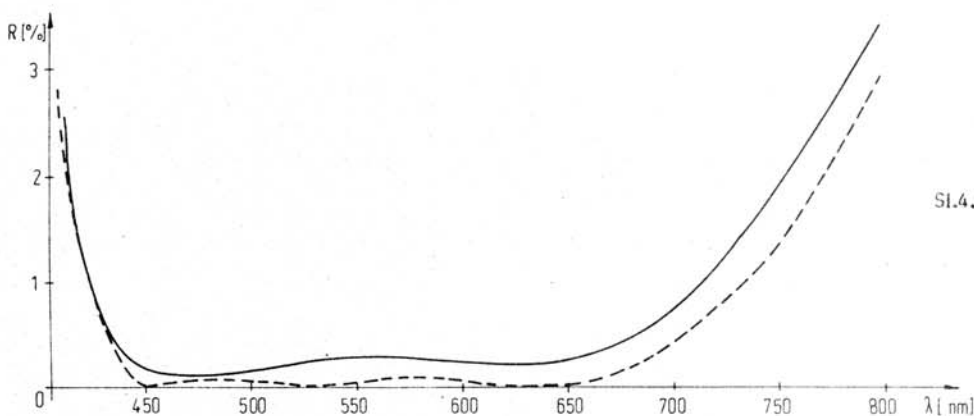
Hiter izračun lastnosti n-slojnika (debeline slojev z danimi lomnimi količniki, odbojnost pokritja za različne valovne dolžine) je možen le z računalnikom. V literaturi je problem oblikovanja in optimiziranja večslojnih pokritij dobro obdelan (11, 12, 13, 14, 15). Možna sta dva načina pristopa (16, 17, 18):

I. Analitska obdelava, s katero pridemo do začetne oblike pokritja. Nato numerično obdelamo - optimiziramo debeline slojev.

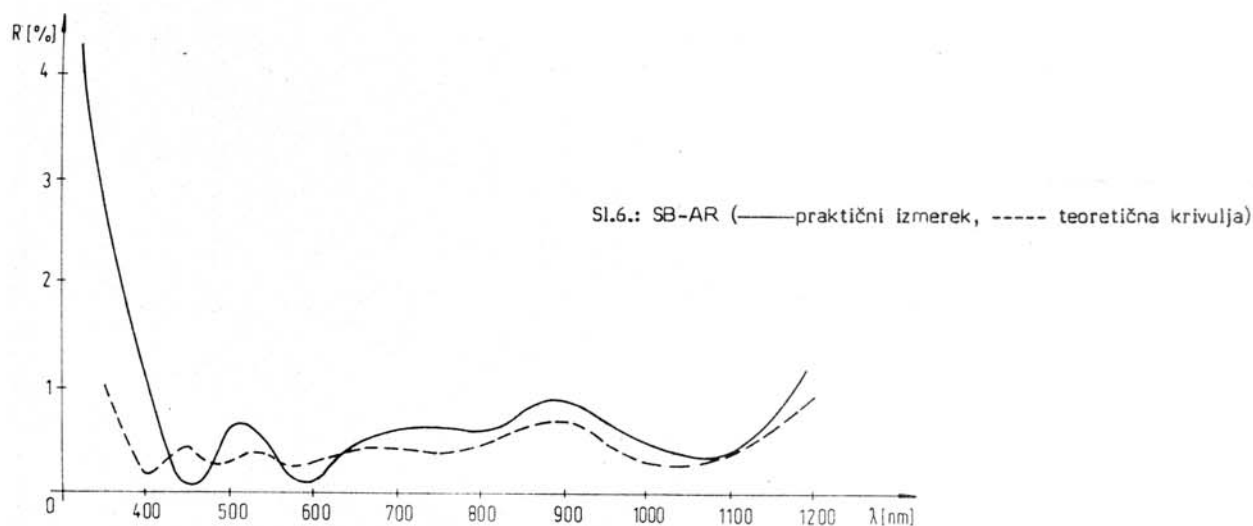
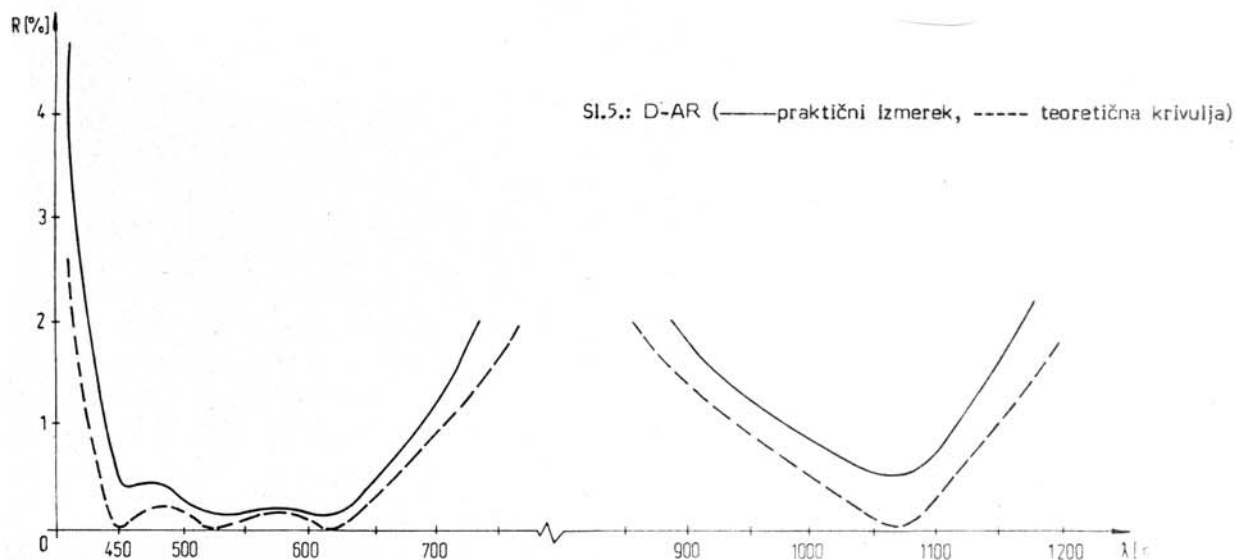
II. Iterativna metoda. Izberemo približek za želeno pokritje. Nato računamo občutljivost odbojnosti na spremembo debelin in lomnih količnikov slojev pri valovnih dolžinah. Na podlagi izračunov spremenimo vrednosti debelin in lomnih količnikov, če se izkaže, da dobimo boljši približek. To delamo tako dolgo, da smo zadovoljni s kvaliteto rešitve oziroma, dokler ni več opaziti izboljšave rešitve.

S pomočjo obeh načinov smo v Iskri CEO izdelali "design" treh vrst AR pokritij, ki jih uporabljamo v proizvodne namene:

A) Širokopasovno AR pokritje (B-AR) od 450 nm do 650 nm z  $R < 0,5\%$  (glej sliko 4)



Sl.4.: B-AR (——praktični izmerek, ----- teoretična krivulja)



B) Dualin AR pokritje (D-AR) z  $R < 0,5\%$  od 450 nm do 650 nm in pri 1060 nm (glej sliko 5)

C) Super široko AR pokritje (SB-AR) z  $R < 1\%$  od 450 nm do 1100 nm (glej sliko 6).

V vseh treh primerih gre za rešitve z več kot tremi sloji in s tremi materiali z lomnimi količniki  $n_1 = 2,32$ ,  $n_2 = 1,46$  in  $n_3 = 1,38$ . Rešitve so stabilne, kar pomeni, da rezultat (velikost odbojnosti  $R$  za posamezne valovne dolžine) ni občutljiv na majhne spremembe geometrijskih debelin slojev in lomnih količnikov posameznih materialov.

Vsa pokritja so narejena za normalni vpad svetlobe ( $\theta = 0^\circ$ ) in podloge z lomnimi količniki od 1,5 do 1,75. Sloji so neabsorptivni in trdi. Odgovarjajo naslednjim standardom:

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| a) vlažnost                 | MIL-C-675C in MIL-C-48497 |
| b) adhezija:                | MIL-C-675C in MIL-C-48497 |
| c) abrazija z gumo:         | MIL-C-675C in MIL-C-48497 |
| d) kemična odpornost:       | MIL-C-675C in MIL-C-48497 |
| e) temperaturno cikliranje: | MIL-M-13508C              |

Na slikah 4, 5, 6 vidimo praktično dobljene odbojnosti za posamezna pokritja. Opazimo manjša odstopanja izmerjenih odbojnosti od izračunanih. Praktični rezultat je slabši od teoretičnega zaradi ne dovolj natančnega merjenega geometrijskih debelin slojev s kvarčnim kristalom in ne dovolj dobrega poznavanja lomnih količnikov materialov med samim procesom nastajanja pokritja. Vsekakor je ujemanje praktičnih rezultatov s teoretičnimi izračuni dobro.

## 6. ZAKLJUČEK

Površinski odboj lahko teoretično zmanjšamo na nič le za nekaj diskretnih valovnih dolžin. Praktično niti to ni mogoče doseči. Za ponovljivost procesa so važni začetni pogoji (vakuum, temperatura sistema, priprava materialov), kvaliteta podloge - substrata ter poznavanje vrednosti lomnih količnikov in geometrijskih debelin slojev med nastajanjem pokritja. Največji problem je poznavanje točnih vrednosti lomnih količnikov ter natančno merjenje geometrijskih debelin s kvarčnim merilcem. Težave rešujemo z optičnim merilcem, kjer imamo sprotne informa-

cijo o optični debelini sloja. Za končni rezultat je pomembno, da se optične debeline ujemajo z izračunanimi. V Iskri CEO smo probleme proizvodnje AR slojev uspešno rešili. Rezultat so AR pokritja, ki s svojo kvaliteto dosegajo raven svetovnih proizvajalcev.

#### LITERATURA

- (1) Summer Course in Modern Methods of Optical Design, Summer 1963, The Institute of Optics, University of Rochester
- (2) Schottov katalog št. 3050 in 3060/72
- (3) Balzersov katalog: Aufdampg- und Zerstaubungsmaterialien, Verdampfungsquellen, Ausgabe 84/86
- (4) H.A.MacLeod, Thin Film Optical Filters, Adam Hilger Ltd., London 1969
- (5) C.J.van der Laan in H.J.Frankena, Production of High Quality V-Coatings, Applied Optics, August 1982, Vol.21, No.15
- (6) J.Mouchart, J.Begel in S.Chalot, Thin Film Optical Coatings 7: Two-Layer Coating close to Antireflection, Applied Optics, April 1979, Vol. 18, No. 8
- (7) J.Mouchart, Thin Film Optical Coatings, 5: Two-Wavelength Antireflection Coatings, Applied Optics, November 1977
- (8) J.Mouchart, Thin Film Optical Coatings, 6: Design Method for two given Wavelength Antireflection Coatings, Applied Optics, May 1978, Vol. 17, No.9
- (9) J.Mouchart, Thin Film Optical Coatings, 2: Three-Layer Antireflection Coating Theory, Applied Optics, October 1977, Vol. 16, No. 10
- (10) Sun Wei-Ren, A Superior Broadband AR Coating, Optical Spectra, July 1980
- (11) Proceedings of SPIE, Thin Film Technologies, Volume 401, April 1983
- (12) J.Mouchart, Thin Film Optical Coatings, 4: Multilayer Antireflection Coatings, Applied Optics, December 1977, Vol. 16, No. 12
- (13) C.L.Nagendra in G.K.M.Thutupali, Three-Layer Antireflection Coatings: A new Method for Design and Optimization, Applied Optics, December 1983, Vol. 22, No.24
- (14) K.Rabinovitch in A.Pagis, Multilayer Antireflection Coatings: Theoretical Model and Design Parameters, Applied Optics, June 1975, Vol. 14, No.6
- (15) K.Rabinovitch in M.Drucker, Parameters for Optimization of Multilayer Antireflection Coatings, Applied Optics, February 1979, Vol. 18, No.4
- (16) J.A.Dobrowolski in S.H.C.Piotrowski, Refractive Index as a Variable in the Numerical Design of Optical Thin Film Systems, Applied Optics, April 1982, Vol. 21, No.8
- (17) J.A.Dobrowolski, Completely Automatic Synthesis of Optical Thin Film Systems, Applied Optics, August 1965, Vol. 4, No.8
- (18) J.F.Tang, Automatic Design of Optical Thin Film Systems - Merit Function and Numerical Optimization Method, J. Opt. Soc. Am., November 1982, Vol. 72, No.99

Andrej Demšar, dipl.inž.  
Iskra CEO, Ljubljana

## VAKUUMSKO DIFUZIJSKO KROMIRANJE MEHKEGA ŽELEZA ZA RELEJE

### I. UVOD

Raziskali in osvojili smo tehnologijo vakuumskega difuzijskega kromiranja za zaščito delov železnega magnetnega kroga hermetičnih relejev. Najvažnejša prednost nove tehnologije je, da z enim samim postopkom dobimo dobre magnetne lastnosti, dobro površinsko trdoto, dobro varivost in veliko korozijsko obstojnost.

Difuzijsko kromiranje je proces, ki temelji na difuzijskem nasičenju površinske plasti kovine s kromom. Pri visoki temperaturi nastane plinska faza, ki vsebuje atome Cr, kateri se absorbirajo na površini železa in nato difundirajo v notranjost. Najbolj znani so postopki v trdnem s halogenidi.

Vakuumsko difuzijsko kromiranje pa temelji na sorazmerno visokem parnem tlaku kroma, ki je pri temperaturi nad 1000°C

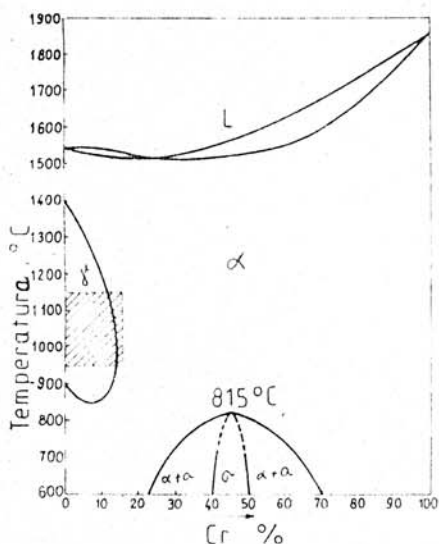
približno 100-krat večji od parnega tlaka železa. Parni tlak kroma znaša pri 1000 °C okoli  $10^{-4}$  mbar, pri 1200 °C pa  $10^{-2}$  mbar; parni tlak železa je pri 1000°C  $10^{-6}$  mbar, in pri 1200°C  $10^{-4}$  mbar.

Čisto železo se pri 910°C transformira iz alfa v gama modifikacijo; iz ferita nastane avstenit. Ker poteka difuzijsko kromiranje pri višjih temperaturah, je železo v začetku postopka v gama modifikaciji. Na sl. 1 je binarni sistem Fe-Cr, ki kaže, da povečanje kroma zapira področje gama železa med 910° in 1400°C. Med 12-13% Cr je zanka, ki omejuje gama področje, zaprta in zlitine z več kot 13% Cr so feritne od sobne temperature do tališča.

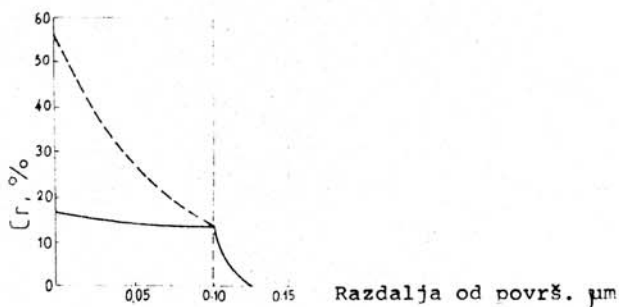
Ferit se pri difuzijskem kromiranju začne tvoriti, ko količina Cr na površini preseže 13%. Nadaljevanje difuzijskega kromiranja povzroča pomikanje rneje alfa-gama v notranjost. Pri

ohlajevanju ostane feritna struktura kromirane površine plasti nespremenjena, avstenitna struktura notranjosti pa se spremeni v feritno. Prekristalizacija notranjega področja z manj kot 13% Cr povzroči, da je pri metalografskem pregledu meja s 13% do-  
bro vidna. Globino, v kateri je ta meja 12% Cr, smo prevzeli kot globino difuzijskega kromiranja.

Difuzija kromovih atomov v alfa kristalni mreži je mnogo hitrejša kot v gama mreži. To pripomore k večjemu kopičenju kroma v feritni plasti in večjem premikanju alfa-gama meje v notranjost. Za to mejo je v gama mreži padec koncentracije Cr zelo hiter.



Sl. 1.: Fazni diagram Fe-Cr



Sl.2.: Koncentracija Cr v difuzijsko kromirani plasti čistega Fe v odvisnosti od razdalje od površine.

Količina kroma na površini in s tem velikost gradienta kroma od površine do 13% Cr je odvisna v največji meri od koncentracije Cr atomov na površini in od difuzije kroma skozi plast stabilnega ferita - skozi debelino difuzijske plasti.

## II. EKSPERIMENTALNI DEL

Vzorčne železne kose smo zasuli s čistim kromom granulacije 100-150 μm in termično obdelali v vakuumski peči; pri vakuumu  $1 \cdot 10^{-2}$  do  $1 \cdot 10^{-3}$  mbar in temperaturah 950°, 1000°, 1050°, 1100° in 1150°C ter različnih časih 3, 8 in 12 ur. Vzorčne ploščice 20 x 50 mm so bile različnih debelin od 0,25 do 1,4 mm.

Globino kromirane plasti smo merili metalografsko na prečnem preseku vzorcev. Kot smo že omenili, je ta globina meja s 13% Cr. Koncentracijski profil kroma v kromovi plasti smo določali z elektronskim mikroanalizatorjem Jeol JSM-35.

Potek trdote od površine navznoter smo merili po Vickersovem postopku z obremenitvami 100 gramov.

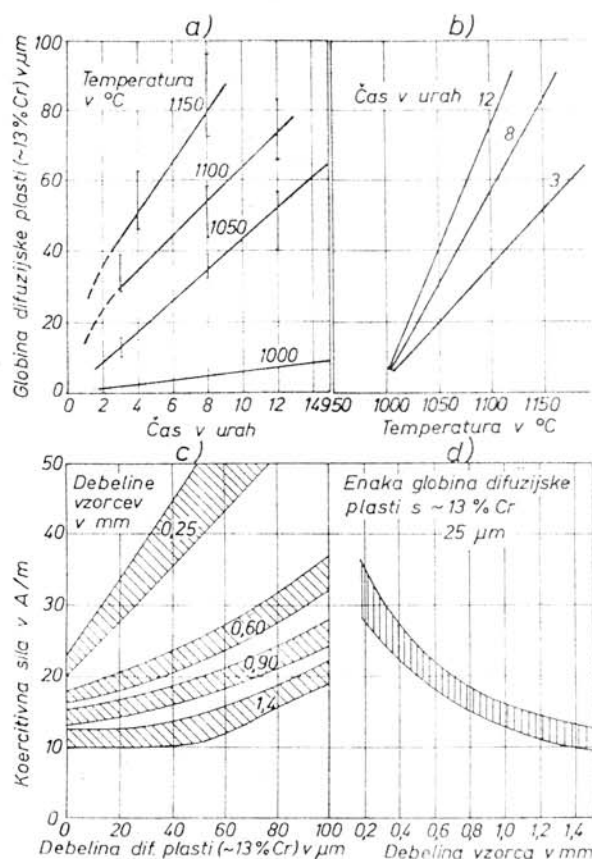
Od magnetnih lastnosti smo kontrolirali le koercitivno silo s koercimetrom Metrix. Za ugotavljanje odpornosti kromiranih delov proti koroziji smo uporabili korozijske teste z deionizirano vodo, s solno kislino, z dolgotrajno vlago, hiter test z vlago in test s slano vlago.

## III. REZULTATI RAZISKAV

### A. VPLIV ČASA IN TEMPERATURE

V diagramu 3a je prikazana globina difuzijske kromirane plasti v odvisnosti od časa difuzije za temperature 1000, 1050, 1100 in 1150°C.

V diagramu 3b, ki je dobljen iz meritev v 3a, je prikazana globina difuzijske kromirane plasti v odvisnosti od temperature za čase: 3, 8 in 12 ur.



Sl.3.: Globina dif. kromirane plasti v odvisnosti od časa (a) in temperature (b). Koercitivna sila v odvisnosti od debeline dif. kromirane plasti (c). Koercitivna sila različno debelih vzorcev pri enaki debelini dif. kromirane plasti 25 μm (d).

## B. MAGNETNE LASTNOSTI

Koercitivna sila v odvisnosti od debeline kromirane plasti za različne debeline vzorčnih ploščic je prikazana v diagramu na sl. 3c.

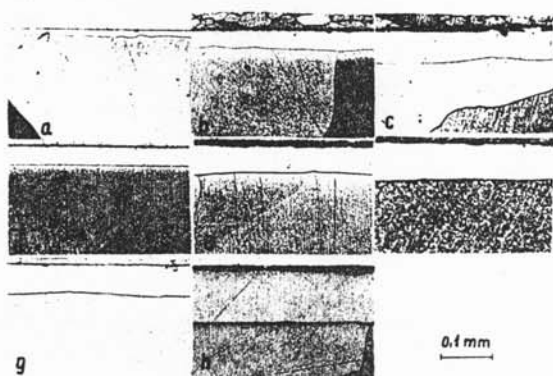
V diagramu 3d je prikazano, katere koercitivne sile lahko pričakujemo pri različno debelih vzorcih, če jih kromiramo do enake debeline plasti  $25 \mu\text{m}$ .

## C. METALOGRAFSKE PREISKAVE

Posnetki metalografskih obruskov difuzijsko kromiranih vzorcev v vakuumu so prikazani na sliki 4. Debeline kromiranih plasti smo merili na več mestih na ploščicah vseh debelin. Ker debelina ploščice ne vpliva na globino kromiranja, so rezultati za vsako temperaturo in čas povprečje 50 meritev.

Z difuzijskim kromiranjem pri  $950^{\circ}\text{C}$  tudi po daljših časih količina Cr na površini ne doseže 13%, zato kromirane plasti ni videti. Pri  $1000^{\circ}\text{C}$  se že tvori nekaj  $\mu\text{m}$  debela kromirana plast, ki se s podaljšanjem postopka le malo spreminja. Plast je valovita, neenakomerna, na posameznih mestih celo prekinjena. Pri temperaturi  $1050^{\circ}\text{C}$  in časih kromiranja 3 do 12 ur nastopa enakomerna dif. plast debeline 13 do  $52 \mu\text{m}$ .

Na sliki 4 (a-h) so prikazane difuzijsko kromirane plasti, dobljene pri  $1050^{\circ}\text{C}$ ,  $1100^{\circ}\text{C}$  in  $1150^{\circ}\text{C}$ .



Sl.4.: Metalografski obruski difuzijsko kromiranih vzorcev železa jedkani z nitalom kažejo globino difuzijsko kromiranih plasti pri  $1050^{\circ}\text{C}$  (a) 3h, (b) 8h, (c) 12h;  $1100^{\circ}\text{C}$  - (d) 3h, (e) 8h, (f) 12h;  $1150^{\circ}\text{C}$  - (g) 3h, (h) 8h.

Optimalno debelino kromirane plasti  $25 \mu\text{m}$  smo določili na osnovi merjenja koercitivne sile in korozijskih preizkusov. Tako plast dosežemo z vakuumskim difuzijskim kromiranjem pri  $1050^{\circ}\text{C}$  - 6 ur;  $1100^{\circ}\text{C}$  - 3 ure ali  $1150^{\circ}\text{C}$  - 1 uro.

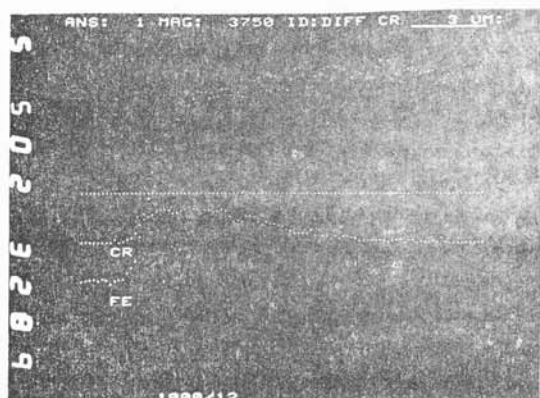
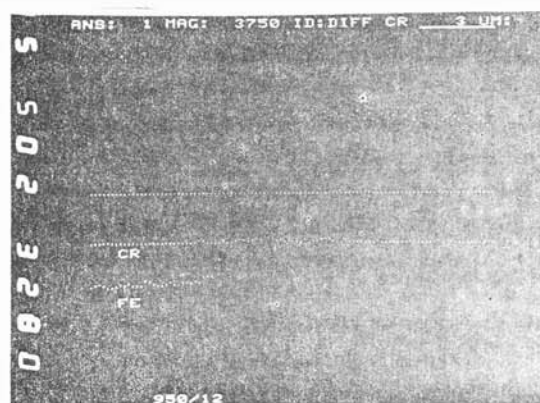
## D. KONCENTRACIJSKI PROFILI Cr

Koncentracijske profile Cr in Fe v difuzijsko kromirani plasti, prikazanih na slikah 5 in 6, smo določali z elektronskim mikroskopom Jeol JSM-35 na istih vzorcih, na katerih so bile že narejene prej opisane metalografske preiskave.

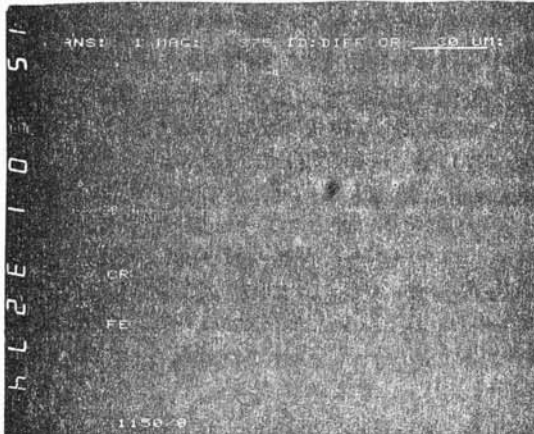
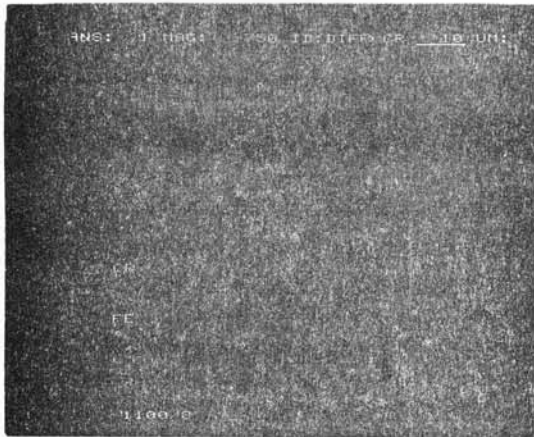
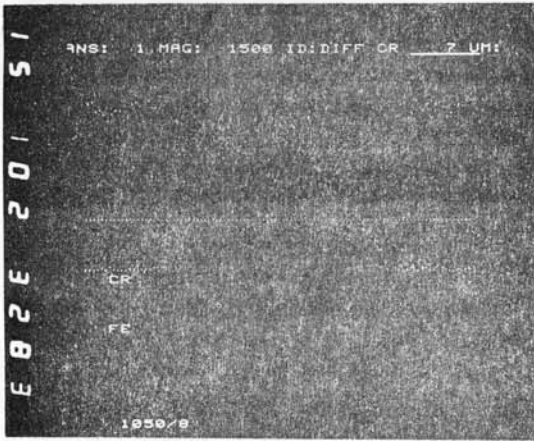
Zaradi razlik v debelinah kromiranih plasti smo uporabljali različne povečave, kar je treba upoštevati pri primerjavi slik.

Pri difuzijskem kromiranju 12 ur na  $950^{\circ}\text{C}$  je pod površino približno 2,5% Cr, kar je premalo za nastanek feritne plasti (sl. 5a). Pri dif. kromiranju 12 ur na  $1000^{\circ}\text{C}$  nastaja tanka feritna plast, debela le nekaj  $\mu\text{m}$  (sl. 5b).

Primeri koncentracijskih profilov za 8-urno kromiranje na  $1050^{\circ}\text{C}$ ,  $1100^{\circ}\text{C}$  in  $1150^{\circ}\text{C}$  so prikazani na sliki 6. Posebna zanimivost je, da je koncentracijski profil v feritnem delu kromirane plasti položen, gradient Cr v tem delu je nizek. S posamičnimi kvantitativnimi meritvami smo ugotovili, da je količina Cr proti koncu feritne kromirane plasti 12,5 do 13% Cr, kar se ujema s podatki iz faznega diagrama Fe-Cr. Nagib profila Cr od površine do konca feritne plasti pa znaša na sliki 6 okoli 2 do 3% Cr, tako da lahko ugotovimo, da je gradient kroma v feritni kromirani plasti povprečno od 16% Cr na površini do 13% Cr na koncu feritne plasti. Ta gradient je sorazmerno majhen, večinoma dosega pri drugačnih difuzijskih postopkih tik pod površino tudi prek 50% Cr.



Sl.5.: Koncentracijski profil Cr po 12 urah difuzijskega kromiranja na  $950^{\circ}\text{C}$  in  $1000^{\circ}\text{C}$ . Povečava 3750.



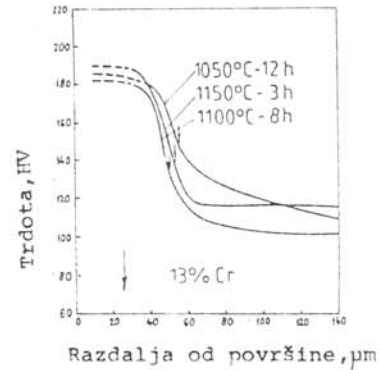
Sl.6.: Koncentracijski profil Cr po 8 urah difuzijskega kromiranja na 1050°C, povečava 1500; na 1100°C, povečava 750 in na 1150°C, povečava 375.

Za feritno plastjo, torej v globinah, v katerih je bila pri temperaturi kromiranja gama struktura, je padec kroma zelo nagel, kar je razumljivo glede na precej manjšo difuzijsko hitrost kromovih atomov v gama kristalni mreži. Krom se zniža od 13% do nič na razdaljah 5  $\mu\text{m}$  pri 1050°C, 8,5  $\mu\text{m}$  pri 1100°C in 12  $\mu\text{m}$  na 1150°C.

#### E. TRDOTA DIFUZIJSKO KROMIRANIH PLASTI

Trdota na površini relejnih delov ima lahko poseben pomen v primeru gibljivih delov ali površin, na katerih je možna mehan-

ska obraba. Na sl. 7 so prikazane tri krivulje poteka trdot v difuzijsko kromiranih plasteh, dobljenih v različnih razmerah difuzijskega kromiranja. Trdota mehkega železa v notranjosti je okoli 100 HV, trdota kromirane plasti pa je v območju 170 do 180 HV. Podobno kot pri koncentracijskem gradientu Cr se na meji stabilnega ferita trdota strmo zniža.



Sl.7.: Trdota difuzijsko kromiranih plasti železa v odvisnosti razdalje od površine pri različnih razmerah kromiranja

#### F. KOROZIJSKI TESTI

Izvršili smo jih z deionizirano vodo, s solno kislino, z dolgotrajno vlago, s hitrim testom z vlago in s testom na slano mejo po priporočilih IEC in po zahtevah MIL-STD-202. Vsi vzorci z globino kromirane plasti nad 2,5  $\mu\text{m}$  so uspešno prestali navedene korozijske teste in zadoščajo zahtevam standardov za releje MIL-R-39016 in MIL-R-5757.

#### G. UPORABA

Opisani postopek kromiranja smo uporabili pri pilotni proizvodnji subminiaturnih relejev. Kvaliteto teh relejev ugotavljamo z izvajanjem dolgotrajnih preskusov kritičnih parametrov po MIL standardih. Preskusi kažejo na uspešnost uporabe nove tehnologije difuzijskega kromiranja sestavnih delov subminiaturnih relejev. Izboljšale so se magnetne lastnosti železa ob izboljšani korozijski zaščiti njegove površine. Dosegli smo boljše parametre relejev in podaljšali njihovo življenjsko dobo. Z uporabo tega postopka smo bistveno zmanjšali izmet, poboljšali ponovljivost izdelave releja in povečali njihovo zanesljivost. Postopek vakuumskega difuzijskega kromiranja mehkega železa za releje uporabljamo tudi pri razvoju novih vrst hermetičnih relejev tako na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko kot tudi v Iskri - TELA.

#### IV. ZAKLJUČKI

Sistematično smo raziskali postopek vakuumskega difuzijskega kromiranja.

- Raziskave smo vodili pri temperaturah: 950°, 1000°, 1100° in 1150°C, pri vakuumu od  $10^{-2}$  do  $10^{-3}$  mbar in časih 3, 8 in 12 ur.
- Pri vakuumskem difuzijskem kromiranju se tvori stabilna feritna plast z izrazito feritno avstenitno mejo do globine 100  $\mu\text{m}$ .



- Z ozirom na enakomernost kromirane plasti, magnetne lastnosti in dobro korozijsko zaščito smo določili debelino kromirane plasti 25  $\mu\text{m}$ .
- Optimalno debelino kromirane plasti 25  $\mu\text{m}$  dobimo z vakuumskim difuzijskim kromiranjem pri sledečih pogojih: 1050°C - 6h, 1100°C - 3h, 1150°C - 1h.
- Koncentracijski profil kroma v stabilni feritni plasti je presenetljivo položen; na površini je okoli 15-16% Cr, na koncu stabilne feritne plasti pa 12,5 do 13%. Z drugimi difuzijskimi postopki dosejajo tik pod površino tudi prek 50% Cr.
- Položen koncentracijski profil Cr omogoča odlično točkovno varjenje delov železnega magnetnega kroga relejev.
- Uporaba kromiranih sestavnih delov pri pilotni proizvodnji hermetičnih relejev je pokazala, da so se izboljšale magnetne lastnosti in korozijska obstojnost površine. S tem se je zmanjšal izmet, izboljšala se je ponovljivost izdelave ter povečala zanesljivost delovanja relejev.

## V. LITERATURA

1. M. Jenko, A. Kveder, R. Tavzes, E. Kanksy: Diffusion Chromium Coating of Iron Magnetic Circuit Parts for Relays, Journal of vacuum sci. tech. A, Nov/Dec 1985 (v tisku)
2. G.N. Dubinin: Diffuzionno hromirovanie splavov, Mašinostroenie, Moskva 1964
3. A. Rudvik, D.L. Ljubinsky, Tehnologija miniatjurnyh relej, Energoizdat, Leningrad 1982
4. A.H. Sully, E.A. Brandes, Chromium, Butterworth, London, 1967, str. 7
5. R.L. Samuel, N.A. Lockington, Met. Treat. 18, 354, 407, 440, 1951
6. R.L. Samuel, N.A. Lockington, H. Dorner, Met. Treat. 22, 288, 336, 1955
7. L.L. Sheir, N.A. Lockington, Corrosion, Vol. 2 Butterworth, London 1978.

mag. Monika JENKO, dipl. inž.  
IEVT Ljubljana

## SEJA IZVRŠNEGA ODBORA JUVAK

V Beogradu je bila 4. 12. 1985 v prostorih Društva za vakuumsko tehniko Srbije 3. seja izvršnega odbora Zveze društev za vakuumsko tehniko Jugoslavije. Na seji je bilo prisotnih 10 članov IO JUVAK, ki so sicer člani republiških vakuumskih društev Slovenije, Srbije in Hrvaške. Dnevni red seje je obsegal: pregled zapisnika 2. seje IO JUVAK (20. 6. 1985 v Zagrebu), organizacijo X. jugoslovanskega vakuumskega kongresa, poročila republiških društev za vakuumsko tehniko v času od 20. 6. 1985 do 4. 12. 1985, poročila strokovnih komisij JUVAK v času od 20. junija 1985 do 4. decembra 1985, poročilo o 3. združenju vakuumski konferenci Madžarske, Avstrije in Jugoslavije, ki je bila od 7. do 9. oktobra 1985 v Debrecenu na Madžarskem, poročilo o delu IUVSTA, finančno stanje JUVAK in razno. V tem prispevku bom omenil nekaj najvažnejših dogovorov, zaključkov in novic, pomembnih za nadaljnji razvoj vakuumске tehnike v Jugoslaviji in delo JUVAK v bližnji prihodnosti.

Na seji smo izbrali čas jubilejnega X. jugoslovanskega vakuumskega kongresa, ki bo od 25. do 27. junija 1986 v Beogradu, v prostorih Zveze inženirjev in tehnikov Jugoslavije. Organizator kongresa je Društvo za vakuumsko tehniko Srbije. Izbrani so že člani organizacijskega in strokovnega odbora kongresa. Trenutno poteka akcija za pridobitev več priznanih tujih strokovnjakov, ki naj bi imeli na tem kongresu 45-minutna uvodna predavanja. Ostali predavatelji bodo imeli na razpolago 15 minut z dodatno 5-minutno diskusijo, predvidene pa so tudi predstavitve strokovnih del v poster sekcijah. Ob tej priliki bo izdan zbornik referatov, ki morajo imeti naslov in povzetek tudi v angleščini. Dogovorili smo se tudi za cene reklamnih oglasov domačih in tujih firm, ki bodo objavljene v zborniku. Druge

podrobnosti boste vakuumisti našli v prvem obvestilu, ki ga bo organizator razposlal v januarju tega leta.

Najbolj dejavni republiški društvi za vakuumsko tehniko sta DVT Srbije in DVT Slovenije, v zadnjem času pa so povečali svojo aktivnost tudi člani DVT Hrvaške. Kolegi iz Zagreba trenutno pripravljajo tečaj iz Osnov vakuumске tehnike, ki ga nameravajo imeti ob koncu februarja 1986. Člani republiških društev delujejo tudi v strokovnih komisijah JUVAK. Komisija za izobraževanje in strokovno problematiko je predlagala, da bi v okviru JUVAK izdali knjigo z naslovom Vakuumске tehnologije. Komisija za eksploatacijo in vzdrževanje vakuumске opreme že nekaj časa evidentira vakuumsko opremo v Jugoslaviji. Čelo v komisiji za napredek gospodarstva pa se za sedaj še ni začelo.

Podrobnosti o delu IUVSTA, o katerem je na seji poročal dr. Gasperič, tu ne navajam, ker so ta poročila ponavadi objavljena v VAKUUMISTU kot samostojni članki.

Člani IO JUVAK so se strinjali, da naj bi bila naslednja Združena vakuumška konferenca Avstrije, Jugoslavije in Madžarske leta 1987 v Avstriji. Predlog IUVSTA, naj bi ta konferenca prešla v Evropsko vakuumško konferenco IO JUVAK načeloma podpira, vendar je v zvezi s tem še več nejasnosti in za dokončno odločitev je potreben še posvet s predstavniki Avstrijske zveze za vakuumsko tehniko in Vakuumске sekcije pri madžarskem fizikalnem društvu Roland Eötvös.

Naj navedem še nekaj kratkih novic. Republiška društva bodo v kratkem prejela več izvodov prvih obvestil za 10. mednarodni

vakuumski kongres, ki bo od 27. do 31. oktobra 1986 v Baltimoru. Na seji je bilo predlagano, naj bi v letu 1986 JUVAK organiziral strokovno ekskurzijo k firmi Balzers. Govora je bilo tudi o programu EUREKA; poznavalci pravijo, da ta program posebej omenja potrebe po znanju iz fizike vakuumu.

Naslednja seja JUVAK bo ob koncu februarja ali v začetku marca 1986 v Ljubljani.

A.Z.

## VAKUUMSKI TEČAJ V NOVEMBRU

Od 5. do 7. novembra 1985 je bil na IEVT tečaj iz osnov vakuumske tehnike. Organizator je bil društvo za vakuumsko tehniko Slovenije. Bilo je 31 udeležencev, kar je približno največje število, ki še omogoča normalen potek tečaja. Udeležencev bi bilo lahko več, vendar smo morali nekatere pozne prijave odkloniti oziroma prestaviti na naslednji tečaj, ki bo koncem januarja 1986. Sodelovale so naslednje delovne organizacije:

Delovna organizacija	Število udeležencev
1. Iskra Žarnice, Ljubljana	5
2. IEVT, Ljubljana	4
3. SAVA, Kranj	3
4. Iskra Avtomatika, Ljubljana	3
5. Iskra CEO, Ljubljana	2
6. Iskra Kondenzatorji, Semič	2
7. LEK, Ljubljana	2
8. Krka, Novo mesto	2
9. Energoinvest, Sarajevo	2
10. Iskra SEM, Ljubljana	1
11. Metalna, Maribor	1
12. Soko, Mostar	1
13. Slovenijales, Ljubljana	1
14. Iskra Elektrooptika, Ljubljana	1
15. Iskra, Ljubljana	1

Struktura udeležencev je bila zelo raznolika, vendar to pot kar visoka.

Visoka izobrazba	17
Srednja izobrazba	6
KD, VKD	8

Iz pogovorov z udeleženci tečaja (tudi pri prejšnjih tečajih) smo ugotovili, da je nujno čimprej organizirati poseben **tečaj za vzdrževalce**, ki bi slušatelje temeljito seznanil predvsem z osnovnimi črpalkami (rotacijska, difuzijska, membranska), nekaj pa bi zvedeli tudi o vakuumskih merilnikih, sistemih in enotah. Za leto 1986 smo že predvideli, da pričnemo s takimi tečaji; tečaji iz osnov vakuumske tehnike pa bi ostali taki kot doslej in bi bili namenjeni bolj poglobljenemu spoznavanju z osnovami vakuumske tehnike. Že pri zadnjem tečaju smo deloma reorganizirali vaje. Naš cilj je, da bi vaje opravljali direktno udeleženci sami, da ne bi bile le praktičen prikaz nekega področja vakuumske tehnike. Zato smo skrčili število udeležencev pri vsaki vaji na največ 4 do 5. Skušali bomo tudi kmalu pripraviti zbornik vaj.

Rasto ZAVAŠNIK dipl.ing.  
IEVT Ljubljana

## IUVSTA V DEBRECENU

Izvršni odbor Mednarodne unije za vakuumsko znanost, tehniko in aplikacije, njene sekcije in komiteji so se to pot zbrali v Debrecenu na Madžarskem (3. do 7. 10. 85), nekaj dni pred združeno vakuumsko konferenco Madžarske - Avstrije in Jugoslavije.

V tem sestavku bom navedel le tiste sklepe oz. dogovore, ki so pomembni za širši krog vakuumistov. Te pomembnejše zadeve pa navadno izvirajo iz sklepov komitejev in sekcij, ki jih nato sprejema (ali tudi ne) izvršni odbor. Ker pač sodelujem že vrsto let v komiteju za vzgojo, vem o tem še največ povedati.

Ta komite že vrsto let pripravlja vizualne pripomočke (diapozitive in opise) za poučevanje vakuumske tehnike. Do sedaj imamo že pet kompletov v angleščini, ki so jih nekatera nacionalna društva že prevedla in izdala v svojem jeziku (npr. Španci kompletno, DVT Slovenije - delno pripravljeno, DVT Srbije končuje priprave za izdajo). Šesti komplet (Leak detekcija) je tik pred izidom, sedmi (Zgodovina vakuumske znanosti), ki ga pripravlja prof. Lafferty, je v zaključni fazi (člani komiteja pravkar pregledujemo končni osnutek). Osmega, o vakuumskih materialih, pripravlja Indijsko vakuumsko društvo (prvi osnutek pregledujemo). Vse članice IUVSTA koristno uporabljajo te pripomočke pri izvajanju tečajev.

V Debrecenu smo tudi sprejeli predlog dr. Joseja de Segovie, da bi organizirali mednarodne letne šole za vakuumsko tehniko v različnih državah, najprej pa v Španiji. V tej zvezi je bila omenjena tudi Jugoslavija. Z dr. Meurerjem (ZRN) bova pripravila osnutek slovarja strokovnih izrazov iz vakuumske tehnike v treh jezikih (angl. - nem. - franc.). Pri tem gre za dopolnitev starejših, podobnih izdaj z novejšimi izrazi. Predlog, ki sem ga dal že na enem izmed prejšnjih zasedanj komiteja, ima tudi tehnični značaj. V slovarčku naj bi bil tudi prazen prostor, v katerega bi lahko dotisnili še ustrezne izraze (smiselne prevode) v nacionalnih jezikih, kar bi izredno zmanjšalo tiskarske stroške.

Novost naših srečanj, ki so sicer organizacijskega značaja, je popestrilo poročanje predsednikov strokovnih sekcij o najnovejših področjih raziskav in njihovih smereh. Prvi "mini" simpozij je organiziral dr. Manfred Kaminsky (USA), ki je govoril o fizijskih raziskavah v letošnjem letu v svetu. Dr. Van Ostrom (Nizozemska) nam je predstavil stanje znanosti o površinah, prof. Chopra (Indija) o smereh razvoja tankoplastne tehnike, R. Dobrozemsky o rotacijskih črpalkah, ki lahko obratujejo v najtežjih razmerah, medtem ko nam je dr. Dhere (Brazilija) pripovedoval o vakuumski aktivnosti v Braziliji.

Večina udeležencev je podaljšala bivanje v Debrecenu za nekaj dni, ker smo imeli že omenjeno združeno vakuumsko konferenco.

Precej članov izvršnega odbora IUVSTA je imelo na njej uvodna oz. pregledna predavanja.

Naši madžarski gostitelji so se izjemno potrudili, da je bilo naše 51. srečanje v organizacijskem pogledu brezhibno, kar gre pohvala našim kolegom in še posebej izredno sposobnemu direktorju in vodilnim delavcem nuklearnega inštituta ATOMKI iz Debrecena. Vsi naši sestanki so bili na tem inštitutu, ki smo si ga lahko tudi ogledali. Zame je bil zanimiv predvsem njihov vakuumski program, novi pospeševalnik, izredno navdušila pa me je zagnanost njihovih raziskovalcev in velika družbena skrb za znanstveni in tehnološki napredek v tej deželi. Tudi v "prostem programu" so bili naši madžarski kolegi nenadkriljivi, pomagalo pa jim je še toplo oktobrsko sonce.

Na sejah izvršnega odbora smo največ razpravljali o Baltimorskem 10. mednarodnem kongresu (IVC-10), ki bo od 27. do 31. oktobra 1986 skupaj s 6. mednarodno konferenco o trdnih površinah (ICSS-6) in s 33. simpozijem ameriškega vakuumskega društva. Dr. Beavis in dr. Maday (ZDA) sta razdelila nekaj primerkov prvega obvestila za kongres. Društva jih bodo razdelila svojim članom takoj zatem, ko jih bo poslal organizator v večjem številu. Organizacija kongresa dobro napreduje, saj so strokovne sekcije IUVSTA že izbrale uvodne predavatelje in teme.

dr. Jože Gasperič  
IEVT Ljubljana

### TRETJI SKUPNI VAKUUMSKI KONGRES MADŽARSKE, JUGOSLAVIJE IN AVSTRIJE

Od 7. do 9. oktobra 1985 je bila v Debrecenu na Madžarskem strokovna prireditelja, na kateri so sodelovali s svojimi deli tudi jugoslovanski vakuumisti. Na kongresu je bilo okrog 160 udeležencev, ki so predstavili 79 strokovnih del. Organizator jih je razdelil na uvodna predavanja in na delu predstavljena v poster sekcij. Poleg vakuumistov iz omenjenih treh držav, ki so kongres organizirali, je bilo prisotnih še več strokovnjakov iz 11 drugih, tudi izvenevropskih držav. Strokovna dela, predstavljena na tem kongresu, bodo objavljena v angleški reviji *Vacuum*.

Kakšen je bil delež jugoslovanskih vakuumistov na tem kongresu? Razen tega, da smo sodelovali v organizacijskem komiteju, je potrebno posebej omeniti dve uvodni predavanji, ki sta jih imela dr. E. Kinsky (IEVT) in prof. M. Kurepa iz Beograda. Poleg tega je bilo 9 del predstavljenih v poster sekciji, od tega kar 6 iz IEVT.

Splošna ocena kongresa je, da je bil na visokem strokovnem nivoju in organizacijsko dobro pripravljen, brez velikih spodrslja-

jev. Pričakovali smo nekoliko večje število udeležencev iz Jugoslavije. Verjamemo, da je v Jugoslaviji še več vakuumistov, ki bi imeli kaj pokazati na taki mednarodni strokovni prireditvi, vendar je majhno število naših udeležencev povezano tudi s šibko ekonomsko situacijo naših inštitutov in raziskovalnih oddelkov delovnih organizacij. Na ta način se seveda zmanjšuje pretok strokovnih informacij, kar se nam bo že v bližnji bodočnosti (menim, da se nam že sedaj) močno maščevalo.

Že na kongresu v Debrecenu je predstavnik italijanske zveze za vakuumsko tehniko (član IUVSTA) izrazil željo, da se že na naslednjem tovrstnem kongresu, ki bo čez dve leti v Avstriji ali pa morda v Jugoslaviji, pridružijo še italijanski vakuumisti. V zadnjem času pa je prišlo celo do resnega predloga, da ta konferenca preraste v evropsko vakuumsko konferenco, kot protitež vakuumskih konferenc, ki jih organizirajo v ZDA in na Japonskem. Lahko bi rekli, da je duh EUREKE opaziti tudi na vakuumskem področju.

Zanimivo bi bilo vedeti, kako si v bodoče nekateri odgovorni ljudje na republiški in zvezni ravni predstavljajo sodelovanje Jugoslovanov pri organizaciji takih in podobnih strokovnih prireditvev. Že za organizacijo kongresa v Debrecenu si je bilo potrebno pomagati z zasebnimi deviznimi sredstvi za stroške bivanja, ker je že tako šibka devizna sredstva Društva za vakuum-

sko tehniko Slovenije banka enostavno odvzela in zamenjala v dinarska sredstva. To vsekakor sodi v skupino kratkovidnih ukrepov, kakršnen je bila pred leti tudi omejitev nakupa tuje strokovne literature.

mag. Anton ZALAR, dipl.ing.  
IEVT Ljubljana

## COLLOQUIUM SPECTROSCOPICUM INTERNATIONALE XXVI

Colloquium Spectroscopicum Internationale je sestanek spektroskopikov z vsega sveta, ki ga vsaki dve leti organizira druga država v skladu s pravilnikom in dogovorom s komitejem kolokvijev in sklepi sestanka nacionalnih delegacij. Od leta 1985 je kolokvij združen z Internacionalno konferenco o atomski spektroskopiji. Program kolokvijev sega od bazične teorije in metod do analitskih aplikacij za specifične probleme. Vsak kolokvij ima običajno tudi vodilno misel. Spremljajo ga redno razstave instrumentacije in literature in druge strokovne prireditve.

Letošnji kolokvij je bil v ZRN v Garmisch-Partenkirchenu od 15. do 21. septembra. Kolokvij je organiziralo Društvo nemških kemikov (GDCh) in sicer njegova sekcija za uporabno spektroskopijo in Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie v Dortmundu pod okriljem YUPAC-a. Udeležilo se ga je 891 aktivnih udeležencev iz 42 dežel in 43 razstavljalcev. Bilo je 61 vabljenih predavanj, ostalih 340 prispevkov pa so bili posterji, ker je bila le tako možna predstavitev vseh prispevkov. Razširjeni abstrakti posterjev so zbrani v 4 knjigah, skupaj 800 strani, medtem ko bodo vabljen predavanja izšla v posebni številki revije *Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie*. Jugoslovani smo se udeležili kolokvija z dvema vabljenima predavanjima in 11 posterji. IEVT je sodeloval z dvema prispevkoma s področja spektrometrije kovin, ki jih je predstavila E. Perman.

Prispevki s podobno tematiko so bili zbrani v zaokrožene skupine. Vsaka skupina, in teh je bilo 40, je imela vodjo, ki je vodil tudi tematsko diskusijo. Istočasno so organizirali obsežno razstavo instrumentacije za veliko število področij, strokovne ogleda, razgovore o nerešenih problemih v atomski in molekularski spektroskopiji i.p.d.

Na kolokvijju so bila obravnavana naslednja področja:

### Bazična teorija in metode:

- atomska emisijska spektroskopija
- atomska absorpcijska spektrometrija
- atomska fluorescenčna spektrometrija
- emisijska in fluorescenčna spektrometrija X-žarkov
- metode površinske in profilne analize
- infrardeča in Ramanska spektroskopija

- molekulska spektroskopija (UV in VIS)
- jedrska magnetna resonanca (NMR)
- detektorji sevanja, zapis in obdelava podatkov, avtomatizacija
- laserska spektroskopija
- masna spektroskopija (organska in anorganska)
- aktivacijska analiza
- standardni referenčni materiali itd.

### Analitska aplikacija za specifične probleme:

- analiza kovin
- analiza raznih industrijskih produktov
- geokemijska analiza
- biološka, klinična in farmacevtska analiza
- analiza v kmetijski in živilski kemiji
- analiza okolja
- priprava vzorcev.

V naši problematiki so najzanimivejše metode atomske in rentgenske spektroskopije, zlasti v področjih zelo nizkih koncentracij. V atomski spektroskopiji so avtorji največkrat obravnavali pereči problem določevanja sledov elementov predvsem v zvezi s kontrolo čistoče materialov, onesnaženja okolja, živil, farmacevtskih preparatov, v medicini ipd. Za nas je posebno zanimivo tudi to, da se v zadnjih letih na tem kolokvijju vse bolj pojavljajo tudi metode površinske analize. Nadalje so na kolokvijju posebno poudarili neizbežnost interdisciplinarnega pristopa k reševanju analitskih problemov.

Razstava je pokazala, da si v moderni spektroskopski tehniki ne moremo več zamisliti učinkovitega dela brez povezave z računalniki. Taka povezava nesluteno poveča uporabnost posameznih metod.

Naj zaključimo z uvodno mislijo kolokvija, ki se nanaša na delo analitika. Ta ne more delovati kot ločeni avtomat za rezultate, temveč mora biti vključen in soudeležen pri reševanju problematike. Poznati mora tehnologijo in zgodovino vzorca ter namen analize. Brez njega tudi ni možna racionalna interpretacija rezultatov. Torej je neizbežen in enakovreden člen pri reševanju konkretne problema.

dr. Eva PERMAN  
IEVT Ljubljana