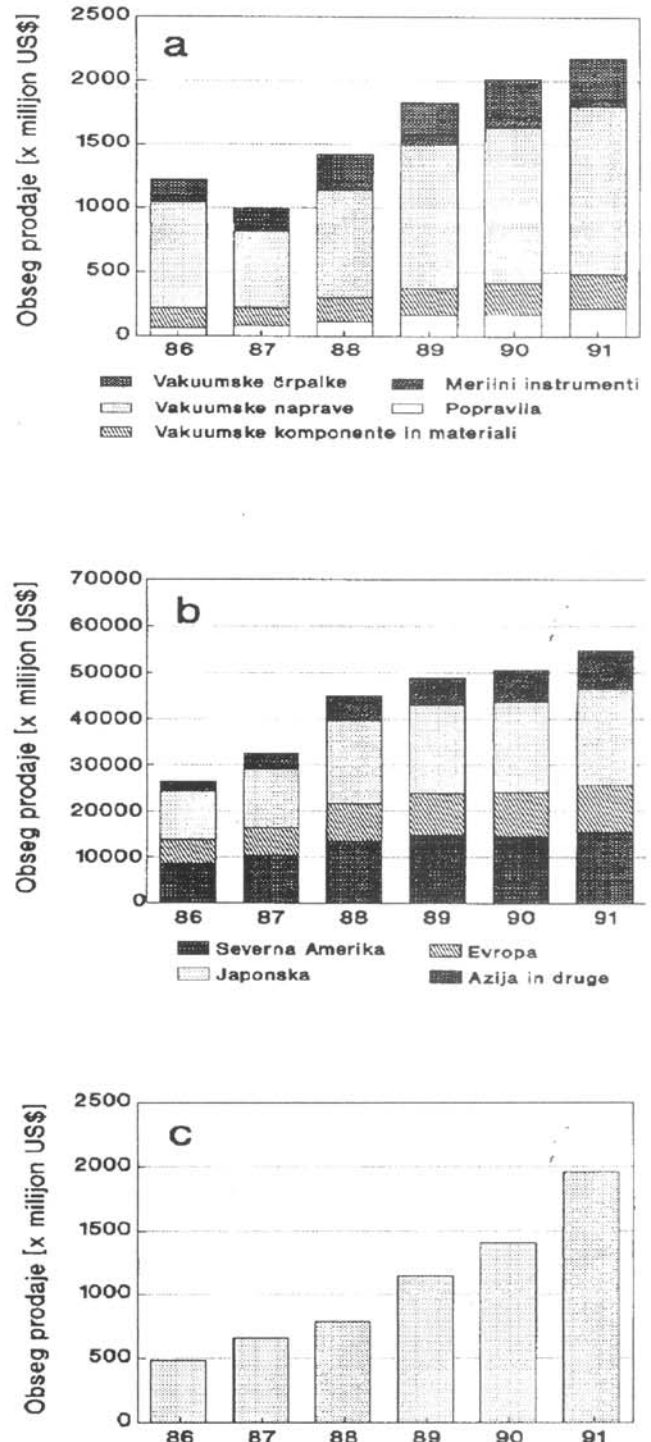


POMEN VAKUUMSKE TEHNIKE V RAZVITIH DRŽAVAH - JAPONSKA

Vakuumska tehnika in tehnologije so v razvitih deželah gonilna sila industrijskega razvoja. Na mnogih področjih znanosti in sodobne industrije pomeni vakuumska tehnika nujno potrebno infrastrukturo. Uporabljamo jo pri izdelavi skoraj vseh sestavnih delov za (polprevodniško) elektroniko in optiko, pri izdelavi specialnih zlitin, v industriji prehrabnih in farmacevtskih izdelkov itd. Pričakujemo lahko, da se bodo področja uporabe nezadržno širila tudi v 21. stoletju. Zato lahko upravičeno trdimo, da je nivo razvoja in stopnja uporabe vakuumske tehnike v neki družbi merilo tehnološke razvitosti. Ravno zato si bomo v tem prispevku ogledali, kakšno je stanje japonske vakuumske industrije, ki je nedvoumno ena najbolj razvitih na svetu. Tako si bomo lažje predstavljali, kje je mesto "slovenske vakuumske industrije". Majhnost države ni opravičilo, da tej pomembni industrijski veji ne bi dali večjega poudarka. Vsi namreč vemo, da je ena svetovno najbolj uspešnih firm v vakuumski tehniki, Balzers, doma v miniaturi kneževini Liechtenstein.

Japonska je toliko bolj zanimiva, ker se je tam razvoj na tem področju pričel šele po drugi svetovni vojni. Napredek vakuumske tehnike je bil tesno povezan z razvojem polprevodniške industrije, ki se je pričel v šestdesetih letih. Danes so največji proizvajalec polprevodniških izdelkov (obseg prodaje na svetovnem trgu je večji kot 20 milijard USD). Japonska je vodilna v razvoju in proizvodnji tekočerkristalnih prikazalnikov, LCD-jev, kjer je uporaba vakuuma neobhodna. Cilj je narediti ravne panelne zaslone, ki bi nadomestili klasične slikovne elektronke ("katodne cevi") in bi v primerjavi z njimi imeli naslednje prednosti: majhno težo, majhno debelino, kompaktnost in majhno priključno moč. Pomemben del sodobne japonske industrije je tudi proizvodnja magnetnih, optičnih in magnetooptičnih diskov, najrazličnejših senzorjev ter sončnih celic. Proizvodnje naštetih izdelkov so značilni primeri vakuumskih tehnologij. Zelo močna industrijska panoga je tudi vakuumska metalurgija, ki se ukvarja s proizvodnjo: (a) zelo čistih materialov za naporevanje in naprševanje, (b) kovin z visokim tališčem (Ta, Nb, W, Mo .. in njihove zlitine) za potrebe elektronske in kemijske industrije, (c) superprevodnih materialov (npr. Nb-Ti in V₃Ga superprevodne žice), (d) kovinskih (Au, Cu, Ni, Fe-Co, ...) in keramičnih (TiN, Al₂O₃, TiO₂, ...) ultra finih prahov, (e) naprav za pripravo metalurških prevlek, itd.

Obseg prodaje vakuumskih izdelkov na Japonskem strmo narašča in se je v zadnjih petih letih skoraj podvojil (slika 1) /1/. V strukturi prodanih izdelkov predstavljajo največji delež vakuumski sistemi, narašča pa tudi prodaja vakuumskih črpalk in sestavnih delov. Za ponazoritev so prikazani tudi histogrami, ki prikazujejo prodajo polprevodniških komponent in LCD-jev. Iz te primerjave je očitno razvidno, da obseg prodaje na vseh treh področjih časovno sovpadajo.



Slika 1. Obseg prodaje vakuumskih izdelkov (a), polprevodniških komponent (b) in LCD-jev (c) na Japonskem. V histogramu (b) je prikazan tudi obseg prodaje polprevodniških komponent drugje po svetu; k deležu Severne Amerike ni vključen tisti del proizvodnje, ki se porabi znotraj velikih podjetij (IBM, AT&T, ...).

Japonska vakuumaska industrija ima nedvoumno zaledje v (mikro)elektronski industriji. Na razvoj vakuumskih tehnologij pa je pomembno vplival tudi nacionalni termofuzijski projekt, katerega začetki segajo v sredino sedemdesetih let, ko je bil postavljen fuzijski reaktor vrste tokamak. Pri teh napravah je eden ključnih problemov, kako narediti ekstremno čisto plazmo v ogromni posodi. V tistem času so se tudi v polprevodniški tehnologiji pričeli uporabljati različni plazemski postopki (naprševanje, plazemsko jedkanje), ki so tudi zahtevali zelo čiste razmere med samim procesom. Pri gradnji visokoenergijskih pospeševalnikov delcev pa se je pojavila zahteva po ultra visokovakuumskih sistemih (UHV), zgrajenih iz materialov z nizkim vrstnim številom. Vakuumaska industrija je bila v tistem času dobro organizirana in je uspešno reševala vse bistvene tehnološke probleme /2/.

Težišče sodobnega razvoja je narediti vakuumski sistem, ki bi zagotavljal ekstremno visok vakuum ($\sim 10^{-13}$ mbar), ki je potreben pri analizah površin in pri vse pogostejše uporabljani metodi nanašanja epitaksijskih tankih plasti z molekularnim curkom (MBE). Eden bistvenih problemov pri tem je, kako odstraniti iz vakuumskega sistema vse možne izvire nečistoč. Drug problem je konstrukcijski material, t.j. nerjaveče jeklo, ki se navadno uporablja za gradnjo UHV sistemov, vendar povsod ni primeren, ker je porozen za vodik in ker močno adsorbira vlogo in druge pline. Pri iskanju rešitev za te probleme so prišli najdlje prav na Japonskem. Pri firmi ULVAC so na notranje stene vakuumskih posod napršili tanko plast titanovega nitrida, ki prepreči difuzijo vodika, hkrati pa v veliki meri prepreči adsorpcijo vlage in drugih plinov na notranjih površinah sistema /3/. Ishiamaru in skupina firme Hitachi, KEK Natl. Lab., pa so v zadnjem desetletju že izdelali ekstremno visokovakuumске (XHV) sisteme, narejene iz aluminijevih zlitin /4,5/. Pomembne prednosti teh zlitin so velika termična prevodnost, nizka termična emisivnost, majhna emisija plinov, majhne energijske izgube za visokoenergijske curke, majhna preostala radioaktivnost, hkrati pa je tak sistem v celoti nemagneten /5/.

V osemdesetih letih je razvoj vakuumске tehnike finančno podprla tudi vlada s sredstvi iz Sklada za promocijo znanosti in tehnologije. Glavna tema projekta je bila: "Razvoj tehnologij za pripravo, merjenje in uporabo ultra visokega (UHV) in ekstremno visokega vakuuma (XHV)".

Podjetja in ustanove, ki se ukvarjajo s proizvodnjo, prodajo ali servisiranjem vakuumskih naprav, komponent in materialov, kakor tudi podjetja, ki se ukvar-

jajo z izdelovanjem in prodajo vseh tistih končnih produktov, ki vključujejo vakuumске naprave, so organizirana v Japonsko zvezo vakuumске industrije (Japan Vacuum Industry Association - JVIA). Zdaj vključuje 116 podjetij in ustanov. Ena glavnih aktivnosti JVIA je izmenjava informacij in tehnologij med člani zveze. Med pomembnejšimi dejavnostmi pa so tudi: raziskava tržišč, statistika o dejavnosti vakuumске industrije, tehnološke informacije in transfer tehnologij. Od leta 1979 dalje vsako leto organizirajo v svetu odmevne mednarodne razstave vakuumске opreme. Zveza izdaja časopis, ki izhaja vsak drug mesec in seznanja člane o zadnjih novostih v industriji. Organizirajo seminarje, ogledе tovarn in laboratorijev ter aktivno sodelujejo na mednarodnih konferencah in seminarjih.

Največji japonski proizvajalec vakuumске opreme in naprav je ULVAC, ki ima doma in po svetu okrog 39 podjetij za proizvodnjo, prodajo in servisiranje. Celoten obseg prodaje ULVAC-ovih podjetij je 126 milijard jenov.

Kje je mesto vakuumске tehnike v Sloveniji? Kot smo videli, je le-ta na Japonskem najbolj zasidrana v elektroniki in mikroelektroniki, to je na področjih, kjer so Japonci najuspešnejši. Pri nas se je v zadnjih nekaj letih elektronika oz. mikroelektronika sesula (ali bolje: so jo sesuli!), naša vakuumaska tehnika pa je tik pred tem. Jedro znanja, ki še obstaja na Lasičevem vakuumskem inštitutu, se bori za preživetje in išče nove oblike za ponovni vzpon, kajti sesuta elektronika na srečo ni bila edino sidro, s katerim je bila usidrana vakuumaska tehnika v našem prostoru. Ostaja še močna farmacevtska industrija, kemija, metalurgija, biologija, fizika, zdravstvo itd, ki brez visokih tehnologij, med katere spadajo tudi vakuumске, ne morejo napredovati.

Literatura

- /1/ Vac's Japan, JVIA Newsletter, 10, vol.1, (1992)
- /2/ S.Komiya, Vacuum, vol.43, N 11, (1992) 1089
- /3/ S.Tsukahara, K.Saitoh, S.Inayoshi and K.Onoe, Vacuum, vol.43, N 11, (1992) 1093
- /4/ M.Miyamoto, Y.Sumi, S.Komaki, K.Narushima and H.Ishimaru, J.Vac.Sci.Technol. A4(6), (1986) 2515
- /5/ H.Ishimaru, J.Vac.Sci.Technol. A7(3), (1989) 2439

Peter Panjan in dr.Jože Gasperič,
Institut "Jožef Stefan",
Jamova 39, 61111 Ljubljana