

VAKUUMIST 34/4, december 2014

VSEBINA

ČLANKI

Trdo spajkanje v vakuumu in v inertnih atmosferah Andrej Pregelj, Robert Rozman, France Brecelj	4
Pomen vakuumskih tehnologij pri pripravi jedil (jubilejno stoto objavljeno delo pričujočega pisca pri DVTS) Stanislav Južnič	13

DRUŠTVENE NOVICE

Stoto objavljeno delo dr. Stanislava Južniča Miha Čekada	22
Izjemen dosežek dr. Stanislava Južniča – kitajski prevod njegove knjige o Hallersteinu Peter Panjan	24
Pregled konferenc v letu 2015	26

VAKUUMIST

Časopis za vakuumsko znanost, tehniko in tehnologije, vakuumsko metalurgijo, tanke plasti, površine in fiziko plazme

Izid publikacije je finančno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz naslova razpisa za sofinanciranje domačih znanstvenih periodičnih publikacij

Glavni in odgovorni urednik: doc. dr. Miha Čekada

Uredniški odbor: dr. Matjaž Finšgar, dr. Jože Gasperič, prof. dr. Monika Jenko, dr. Stanislav Južnič, doc. dr. Marta Klanjšek Gunde, doc. dr. Janez Kovač, prof. dr. Urška Lavrenčič Štangar, dr. Peter Panjan, mag. Andrej Pregelj, dr. Drago Resnik, doc. dr. Alenka Vesel, prof. dr. Franc Zupanič

Tehnični urednik: Miro Pečar

Lektor: dr. Jože Gasperič

Korektor: dr. Matjaž Finšgar

Oblikovanje naslovnice: Ignac Kofol

Tisk: Littera picta, d. o. o., Rožna dolina, c. IV/32–36, 1000 Ljubljana

Naklada: 350 izvodov

Vakuumist on-line: <http://www.dvts.si/arhiv>

Letna naročnina: 25 EUR

ISSN 0351-9716

UDK 533.5.62:539.2:669-982

Izdaja Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije

Teslova 30

1000 Ljubljana

Tel. (01) 477 66 00

E-pošta: info@dvts.si

Domača stran društva: <http://www.dvts.si>

Številka transakcijskega računa pri NLB: 02083-0014712647

Uredništvo Vakuumista

doc. dr. Miha Čekada

glavni in odgovorni urednik Vakuumista

Institut »Jožef Stefan«

Jamova 39

1000 Ljubljana

e-pošta: miha.cekada@ijs.si

tel.: (01) 477 38 29

faks.: (01) 251 93 85

TRDO SPAJKANJE V VAKUUMU IN V INERTNIH ATMOSFERAH

Andrej Pregelj, Robert Rozman, France Breclj

Iskra Zaščite, d. o. o., Stegne 35, 1000 Ljubljana

STROKOVNI ČLANEK

POVZETEK

Trdo spajkanje v vakuumu in v inertnih atmosferah je spajanje kovinskih delov z dodajno kovino v okolju brez kisika. Poteka pri temperaturah višjih od 600 °C in pri tlakih nižjih od 10^{-3} mbar; talila pri tem niso potrebna. Temperatura spajkanja je vedno nižja od tališč kovinskih sestavnih delov, ki jih želimo spojiti, in dovolj visoka, da dodajni material steče, omoči površino in se nanjo veže. Temperatura ne sme biti previsoka, da ne bi prišlo do izparevanja legirnih elementov v dodanem materialu ali do neželenih sprememb osnovne kovine. Med toplotno obdelavo potekajo difuzijski procesi med tekočo spajko in trdno fazo. Sledi ohlajanje, ko se dodajni material strdi. V vezni plasti navadno nastanejo intermetalne in eutektične faze. Vezna plast spajke mora biti čim tanjša, čim bolj homogena in brez poroznih mest ali razpok. Za vsako kombinacijo dodajne in osnovne kovine posebej izberemo velikost špranje, primeren čas pregrevanja, temperaturo spajkanja in difuzijsko toplotno obdelavo.

Ključne besede: vakuumsko spajkanje, materiali, tesnost, hermetični spoji, spajanje kovin in metalizirane keramike

Hard brazing in vacuum and in inert atmospheres

ABSTRACT

Brazing in vacuum and in inert atmospheres is the process of joining metal or metallized parts with a brazing metal in absence of oxygen. Therefore melting additives are not needed. Hard brazing is performed at temperatures above 600 °C and at pressures below 10^{-3} mbar. Brazing temperature is always lower than the melting point of metal component parts which have to be joined, and high enough that the filler material spills around and enables a good connection between the surfaces. At the same time it is not advisable if the temperature is too high as evaporation of alloy elements from the brazing material can occur or undesirable changes of metals to be joined may appear. During the heat treating, diffusion processes occur between the liquid braze material and the solidus phase. In the cooling period the braze material becomes hard. Usually intermetallic and eutectic phases are involved. The joining layers must be as thin and as homogeneous as possible and without porosity or cracks. For each combination of filler metal and basic component metal the gap size, suitable heating time, brazing temperature and diffusion heat treating has to be chosen.

Keywords: vacuum brazing, materials, tightness, hermetical joints, joining between metals and metalized ceramics

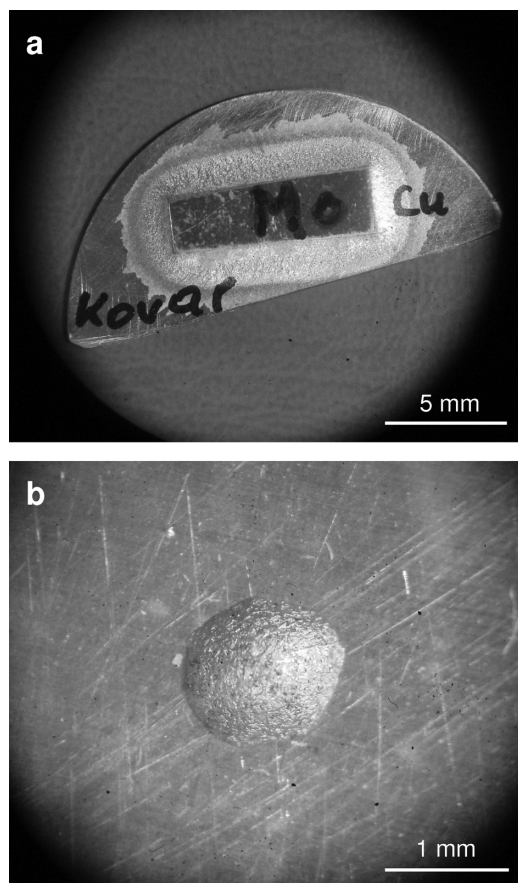
1 O SPAJKANJU

Spajkanje je spajanje kovinskih sestavnih delov s tretjo kovino – spajko, ki raztaljena zalije in spoji soležna obdelovanca. Postopek je uporaben za vse kovine in zlitine, pa tudi za sintrane izdelke in za dele iz metalizirane keramike. Morebitne kovinske prevleke površin (npr. galvanske) se pri tem ohranijo. Spajka je kovina ali zlitina z drugačno kemijsko sestavo in z nižjim tališčem kot osnovni material. Glavna pogoja za nastanek dobrega spoja, ki odgovarja zahtevam po trdnosti in tesnosti, sta dobra *omočljivost* med spajko

in soležnim materialom ter *čistost* stičnih površin. Glede na delovno temperaturo ločujemo spajke na mehke (tališča nekako do 400 °C) in na trde (tališče nad 600 °C). Med trdimi so za posebne zahteve še posebej primerne t. i. »visokotemperaturne« spajke s tališčem več kot 900 °C.

Postopki za spajkanja v vakuumu in v inertni atmosferi se izvajajo v zaprtih komornih pečeh, ki jih je mogoče izčrpati (vakuumske peči). Če gre za izdelke vrhunske tesnosti (npr. celice, ki morajo ostati hermetično zaprte več let), morajo biti te peči visokovakuumske, kjer dosegamo tlake nižje od 10^{-5} mbar. Če pa je pomemben predvsem videz (npr. da površine niso oksidirane), je dovolj, da črpalni sistem izčrpamo vsaj malo pod $1 \cdot 10^{-3}$ mbar. To so grobe ocene, v praksi nastajo odmiki navzgor in navzdol – vse je odvisno od okoliščin in zahtev, ki jih mora izpolnjevati končni izdelek.

Materiali za trdo spajkanje so lahko kovine, zlitine ali paste. Pri odločanju za vrsto spajke je najpomembnejša njena **omočljivost** (slika 1); čim boljša je, tem



Slika 1: Primer dobre (a) in slabše (b) omočljivosti

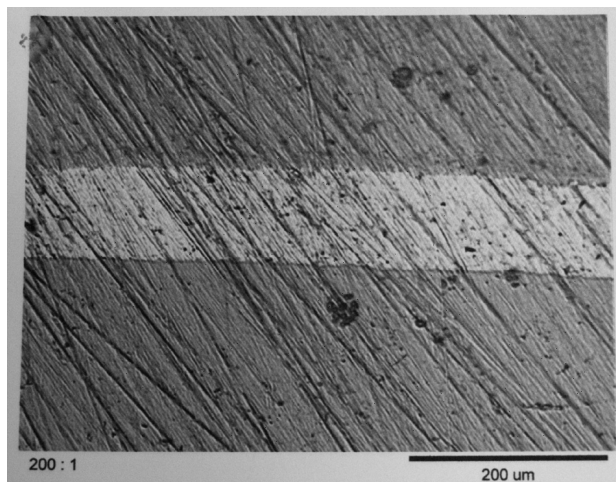
višji sta trdnost in tesnost spoja. Omočljivost je odvisna od kombinacije materialov, ki nastopajo v spoju. Drugo merilo pri izbiri spajke je temperatura tališča: čim nižja je delovna temperatura, tem manjša je poraba energije. Sestavni deli in tudi spajka morajo biti predhodno dobro očiščeni. Zato je potrebno, da je postopek čiščenja dobro izbran, da je urejeno primerno shranjevanje sestavnih delov, da je peč oz. segrevalna komora čista in da je črpalni sistem funkcionalen.

Prednosti spajkanja v vakuumu ali v inertni atmosferi so naslednje:

- talilo ni potrebno;
- čiščenje spajkanih delov v vakuumu ni potrebno, ker ni oksidiranih površin;
- zmanjšanje količine dragih orodnih jekel;
- ekološka neoporečnost;
- v vakuumu se materiali dodatno razplinijo, kar je pomembno za dolgotrajno delovanja zaprtih celic;
- vakuum je čisto okolje, ki zagotavlja, da se izognemo neželenim kemijskim reakcijam s plini iz atmosfere ali iz obdelovanca.

Med toplotno obdelavo potekajo v spoju difuzijski procesi med tekočo spajko in trdno fazo. V vezni plasti navadno nastanejo intermetalne in eutektične strukture. Za vezno plast spajke se priporoča debelina pod 0,10 mm. V praksi je to odvisno od izdelane špranje ter od ravnosti in gladkosti oprijemnih površin. Vedno je cilj, da dosežemo dobro homogenost brez nezalatih ali poroznih mest ter da je po ohlavitvi spoj brez razpok (**slika 2**).

Kaj se dogaja ob stalitvi spajke na zraku? Kovine na svojih površinah absorbirajo molekule zračne atmosfere. Kisik iz zraka reagira z ogreto kovino in tvori oksidno plast na površini. Med spajkanjem te plasti preprečujejo dober stik med samo kovino in spajko. Za preprečevanje nastanka oksidne plasti se



Slika 2: Lepo zalita špranja

uporabljajo talila ali pa se spajka v zaščitnem plinu ali v vakuumu.

Pri segrevanju v vakuumu ali v inertni atmosferi ne pride do oksidacije in privlačne sile na površini niso zasičene. Tekoča dodajna kovina (spajka) omoči čisto površino kovine in ob delovanju adhezijskih sil med obema gradnikoma spoja začne potekati difuzija med osnovno in dodano kovino. Med ohlajanjem se spajka strdi in kohezivna odpornost spoja naraste.

Trdnost spoja je odvisna od kohezivne in adhezivne odpornosti, kar izmerimo z nateznim preizkusom celotnega vzorca. **Tesnost spojev** preverimo oz. izmerimo s helijevim detektorjem netesnosti (angl. *helium leak detector*).

V praksi nastopa veliko okoliščin, ki jih je treba upoštevati za vsak primer posebej; pri tem so pomembne tehnične izkušnje razvojnega osebja. Nekatere bodo podrobneje predstavljene v naslednjih odstavkih.

2 MATERIALI ZA TRDO SPAJKANJE V VAKUUMU IN V INERTNI ATMOSFERI

Materiali za trdo spajkanje so na splošno lahko kovine, zlitine ali paste. Če spajke vsebujejo kovine z visokim parnim tlakom (cink, kadmij) ali druge lahko hlapljive sestavine (npr. vezivo v pastah), niso primerne oz. so prepovedane za uporabo v visokovakuumskih pečeh, ker s kondenzacijo umažejo njihove notranje stene, kvarno vplivajo na črpalni sistem in slabšajo čistost izdelkov.

Spajke lahko ločimo na več načinov:

- po višini tališča,
- po vsebnosti žlahtnih kovin,
- po medsebojni topnosti sestavin v zlitinah,
- po boljši ali slabši omočljivosti posameznih kovin itd.

Zanimiva je še opredelitev, ki jo najdemo v katalogih proizvajalcev: spajke z enakimi sestavinami so enkrat predstavljene kot vakuumske, drugič pa kot navadne (nevakuumske – ki so tudi običutno cenejše). Razlaga je naslednja: spajke imenujemo vakuumske, če so bile že v fazi metalurške izdelave pretaljevane v visokem vakuumu, pri čemer se je njihova kovinska struktura dobro razplinila (angl. *degassing*). To je pri nekaterih tehnologijah zelo pomembno. Pri izdelavi celic za elektronske namene prav dobro izplinjene visokovakuumske spajke bistveno pripomorejo, da se v njih vakuum oz. čista inertna atmosfera ne pokvarita.

Taki izdelki so npr. rentgenske in TV-elektronke, magnetroni, vakuumska stikala, plinski odvodniki, deli pospeševalnikov, vakuumski kondenzatorji in podobno.

Pri omenjenih elementih se zahteva, da se tudi drugi sestavni deli predhodno razplinijo ali pa morajo biti izdelani iz materialov s posebno visoko čistoto. Tako npr. proizvajalci bakra za elektronsko industrijo že v metalurškem postopku izdelajo posebno kvaliteto (»electronic grade«), ki ima izredno majhno vsebnost kisika.

Navadne, tj. nevakuumske trde spajke uporabljamo za izdelavo delov, ki so predvsem lepega videza, kot npr. deli instrumentov in aparaturo, pripomočki v medicini in okrasni predmeti. K navadnim spajkam prištevamo tudi tiste v obliki past.

Tabela 1 daje krajši pregled glavnih materialov za gradnjo in spajkanje elektronk, tj. za uporabo v visokovakuumskih tehnikah.

3 VAKUUM IN OKOLIŠKA ATMOSFERA PRI SPAJKANJU

Izraz »vakuumsko spajkanje« izhaja iz potrebe, da postopek izvedemo v vakuumskih pečeh. Dejansko pa pri tem velikokrat kombiniramo vakuum z različnimi plini. Večkrat se celo zahteva, da spajkamo v čistem plinu, vendar moramo tudi pri tem predhodno popolnoma izčrpati zrak iz segrevalne komore. Zato nujno potrebujemo peč z vakuumskim črpalnim sistemom. Pri vakuumskih postopkih ne dodajamo plinov in se zadovoljimo z doseženim tlakom residualne atmosfere, pri kombiniranih postopkih pa glede na tehnologijo dodamo določen plin.

Okoliška atmosfera pri spajkanju v vakuumskih pečeh (tj. v njihovih delovnih posodah ali retortah) je torej lahko:

Tabela 1: Lastnosti različnih materialov in spajk za vakuumске tehnologije

	Sestava w/%	Tališče $T_f/^\circ\text{C}$	Delovna temp. $T_d/^\circ\text{C}$	Tlak pare		Opombe
				pri temp. $T/^\circ\text{C}$	p/mbar	
kovine						
Pt	100	1770				
Pd	100	1550		820	$1 \cdot 10^{-8}$	za Mo, W
Fe	100	1535		900	$1 \cdot 10^{-8}$	
Ni	100	1452		900	$1 \cdot 10^{-8}$	
Au	100	1063		800	$1 \cdot 10^{-8}$	
Cu	100	1083		750	$1 \cdot 10^{-8}$	
				1000	$2 \cdot 10^{-5}$	
Ag	100	960		600	$1 \cdot 10^{-8}$	
				800	$4 \cdot 10^{-4}$	
In	100	156		500	$1 \cdot 10^{-8}$	elektronke
				800	$3 \cdot 10^{-4}$	
metalizirana keramika						
Al_2O_3	96	1453 (Ni-plast)				uporaba: npr. za telesa elektronk
zlitine						
FeNiCo	pribl. 52/29/19	pribl. 1450				(kovar)
FeNi	pribl. 50/50	1470–1525				(vakovit)
spajke						
AuPd	87/13	1260–1305				za Mo
CuNi	70/30	pribl. 1230				za W in Mo
CuAg	95/5	1000–1060				
CuAu	65/35	1000–1020				
CuAu	70/30	1015–1035				
AuNi	73,8/26,2	980–1010				za Mo
CuAu	60/40	980–1005				
AuNi	65/35	965–1075				
AuPd	95/5	970–1010	915			SCP5
AgAu	65/35	980–1000				
CuAu	57/43	980–1000				
AuCu	94/6	965–990				
AgCuPd	54/21/25	901–950	955			SCP4
AuNi	82/18	950				evtektik za Mo
AgCuPd	65/20/15	850–900	905			SCP3
AgIn	90/10	850–887	850			
AgCuPd	58,5/31,5/10	824–852	860			SCP2
AgCuPd	68,4/26,6/5	807–810	815			SCP1
AgCu	72/28	780	780			evtektik za elektronke
AgCuIn	64/26/10	698–723	710			elektronke

Vakuumska: ustvarimo jo v segrevalni komori z visokovakuumskim črpalnim sistemom. Pri doseženih tlakih (pod 10^{-5} mbar) so v peči še vedno preostali plini, to je residualna atmosfera, ki jo sestavljajo: vodna para, vodik, dušik in kisik – vendar je njihova količina tako majhna, da ne pride do oksidacije površin segrevanih kovinskih delov.

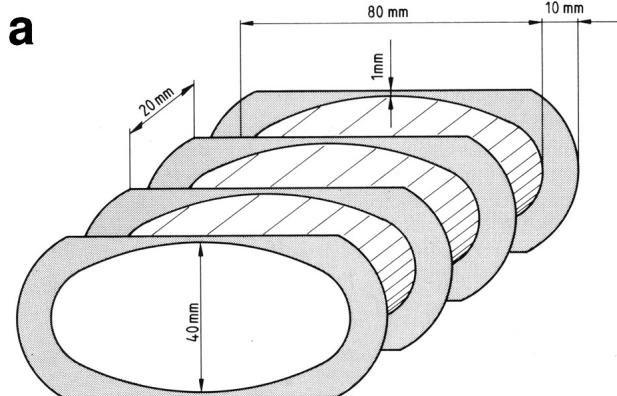
Inertna: tlaki so 300–1000 mbar. Navadno sta to plina argon in dušik, s katerima napolnimo delovni prostor v vakuumski peči, potem ko smo jo izčrpali vsaj do grobega vakuuma ($< 0,1$ mbar). Inertni plin s svojo prisotnostjo preprečuje, da bi morebitne residualne molekule vode ali kisika povzročale oksidacijo. V

posebnih zahtevnejših primerih je potrebno predčrpanje do visokega vakuuma (10^{-5} mbar) in potem vpuščanje čistega inertnega plina. Pri plinskih odvodnikih so to argon, neon in vodik čistote 99,995 % ali boljše.

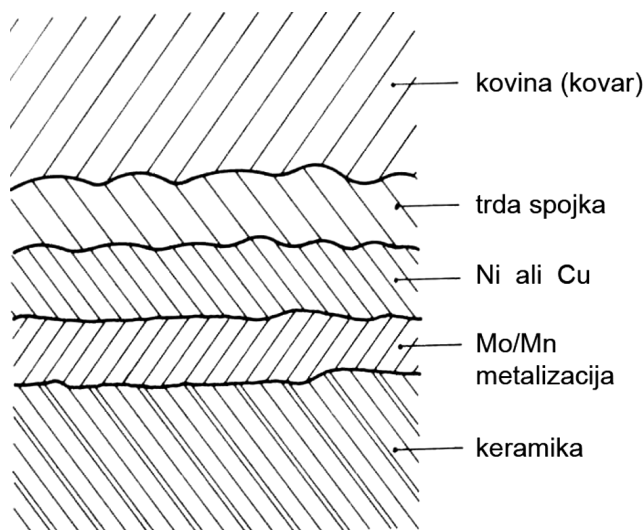
Kvaziinertna: Pogosto se uporabi mešanica enega od inertnih plinov z dodatkom 10–15 % vodika. V takih primerih ne moremo govoriti o inertni atmosferi, kajti vodik je reaktiven plin in ga dodajamo za rahlo čiščenje oksidov s površine tik pred spajkanjem. Zelo redko se uporabi samo vodikova atmosfera. Le-ta je lahko tudi kombinirana z vodno paro; takrat govorimo o vlažnem vodiku, s katerim istočasno dosežemo nežno aktivacijo površin.

Odločitev o izbiri atmosfere je odvisna od več dejavnikov. Tu navajamo nekaj izkušenj:

- Pri zahtevnih (sliki 3 in 4) elementih, kjer je potrebno segrevanje v visokem vakuumu, se lahko na koncu spajkanja vpusti malo vodika (ali le kratek prepih), kar deluje čistilno in hladilno. Uporablja se lahko tudi dušik, kadar ni nevarnosti tvorbe nitridov.
- Pri inkapsulaciji plinov v hermetično zaprte celice je treba nameniti pozornost zahtevam po čistoči plinov in njihovim oznakam.
- Kot inertno atmosfero se največkrat uporablja žlahtni plin argon; dušik je primeren le za manj zahtevne izdelke.
- Uporablja se tudi mešanica dušika in 10–15 % vodika.
- S spajkanjem v vodiku materiale istočasno dodatno očistimo in dobimo zelo lepe izdelke. Pri tem je treba biti poučen o nevarnost dela z vodikom in o mogočih posledicah pri spajkanju komponent iz navadnega bakra. Pri večini vrst komercialnega bakra med metalurško obdelavo



Slika 3: Primera visokovakuumske spajkanih delov: a) segment cevi pospeševalnika delcev, izdelan iz jeklene pločevine $d = 0,3$ mm, trdo spajkan v vakuumu, b) vakuumsko tesna električna prevodnika, pri kateri je kovina tesno pri-spajkana na keramiko



Slika 4: Prerez spoja keramika-kovina



Slika 5: Primer materiala, ki za spajkanje v vakuumu ni primeren. V kosu bakra, ki je vseboval nekaj kisika (nad pribl. 0,04 %), je v vodikovi atmosferi vodik reagiral s kisikom. Nastala je vodna para, ki je med kristali ekspandirala; struktura v notranjosti je razpokala in navzven povzročila bulo (premer bule je 6 mm).

kisik ni popolnoma odstranjen. Pri segrevanju takih materialov v vodikovi atmosferi pri višjih temperaturah nastanejo v notranjosti razpoke, na površini pa vidne izbokline. Porušenost strukture je lahko tolikšna, da element ni več vakuumsko tesen. Primer slabega materiala je predstavljen na **sliki 5**.

Začetni del segrevanja v vakuumu je namenjen razplinjanju. Material, ki ga iz zračne atmosfere postavimo v vakuum, oddaja pline, in če ga segrevamo, tudi pare. Viri teh emisij so torej:

- desorpcija na površini adsorbiranih snovi;
- difuzija plinov, raztopljenih v notranjosti;
- uparjanje kovinskih nečistoč iz kovinske strukture sestavnih delov vzorca.

4 PRIMERI UPORABE SPAJKANJA

Hermetično zaprte celice – splošno. V njih so vakuum ali zelo čisti plini. Gre za številne posebne elemente v elektrotehniki. Notranjost takih celic je navadno namenjena prostemu gibanju elektronov, kadar je notranjost evakuirana, ali pa vžiganju in gorenju plazme v plinskih polnitvah. Obe dogajanji zahtevata najvišjo stopnjo tesnosti ohišja. Za namene delovanja tovrstnih elementov so v celico skozi izolativne materiale napeljane električne prevodnice; zato med sestavnimi deli poleg kovin najdemo vedno tudi keramiko. Tehnologija spajanja med kovinami in metalizirano keramiko (**slika 4**) je pri hermetičnih celicah vedno trdo spajkanje.

Vakuumske celice. Celice posebnih elektronk (npr.: elektronke, magnetroni, TV- in rentgenske elektronke) morajo za svoje delovanje vseskozi vsebovati visoki vakuum. Njihova izdelava poteka v vakuumskih pečeh v več fazah. Najprej se izdelajo

električne prevodnice z vtaljevanjem stekla ali s spajkanem v metalizirano keramiko. Nato se prevodnice privarijo ali prispajkajo (spajka z višjim tališčem) v glavni del ohišja. Končno izčrpavanje celice se izvaja po posebnem postopku preko bakrene cevke, čemur sledi odščipnenje cevke, tj. hermetično zapiranje z mrzlim zvarom.

Plinsko polnjene celice. Pri tem postopku zložimo pripravljene čiste komplete z vstavljenimi spajkami v vakuumsko peč, evakuiramo do visokega vakuuma in do temperature pod tališčem spajke ter nekaj časa razplinjamo materiale. Nato z zaprtjem VV-ventila prekinemo črpanje in vpustimo želeni plin, ki napolni vso retorto in tudi notranjost pripravljenih celic. Ob dvigu temperature spajka zalije špranjo in s tem je plin ujet v zaprto celico. Primer za tovrstno spajkanje v vakuumu in v inertnih plinih so plinski prenapetostni odvodniki. Za končno zapiranje se navadno uporablja evtektična spajka 72Ag28Cu s tališčem 780 °C.

Sestavni deli znanstveno-raziskovalnih naprav, kot so pospeševalniki, aparature za raziskavo materialov in površin. Taki deli so npr.: visokovakuumske prevodnice, merilne glave, IG-črpalke, elektronski mikroskopi, elektronski in ionski izviri ipd. V njih so z vakuumskim spajkanjem izdelane predvsem električne prevodnice in spoji s kovino z visokim tališčem. Za standarden spoj na metalizirano keramiko se za material sodelujočih kosov uporabljata baker in zlitina kovar (FeNiCo), za spajko pa zlitina AgCu (72/28) s tališčem pri 780 °C. Za spajkanje molibdena in volframa je treba uporabiti spajke s tališči nad 1200 °C, kar zahteva peči z višjimi temperaturami. Z nekaj izkušnji in iznajdljivosti lahko za nekatere primere



Slika 6: Molibdenska elektroda ($D = 6$ mm), spajkana z bakrom v keramični izolator plinskega prenapetostnega odvodnika

zadovoljivo spojimo molibden tudi z manj priporočeno spajko, ki ima nižje tališče (npr. baker, **slika 6**).

Spoji keramika-kovina se izdelujejo s postopkom spajkanja v vakuumu ali v inertni atmosferi, spoji steklo-kovina pa samo pri določenem tlaku primerne plina. Pri temperaturah nad pribl. 750 °C se namreč začno v vakuumu iz stekla izločati mehurčki razpadlih sestavin stekla.

Manj zahtevna spajkanja

Vakuumsko spajkani so številni deli za hladilno tehniko, avtomobilsko industrijo in komponente kirurških medicinskih naprav, ki morajo biti predvsem lepi in tesni (**slika 7**). Spajkamo jih lahko v srednjem vakuumu ali celo v grobem vakuumu, pri tem pa se na koncu postopka pogosto dodaja malo vodika za očiščenje površine.

Zelo lepe spoje med komponentami iz nerjavnega jekla dobimo z ustreznimi spajkami v obliki paste, čeprav jih segrevamo le v grobem vakuumu ali v inertni atmosferi. Primer za to je npr. izdelava izmenjevalnikov toplote, kjer je treba na stene posod prispajkati hladilne cevke, ali kjer spajkamo po dve profilirani

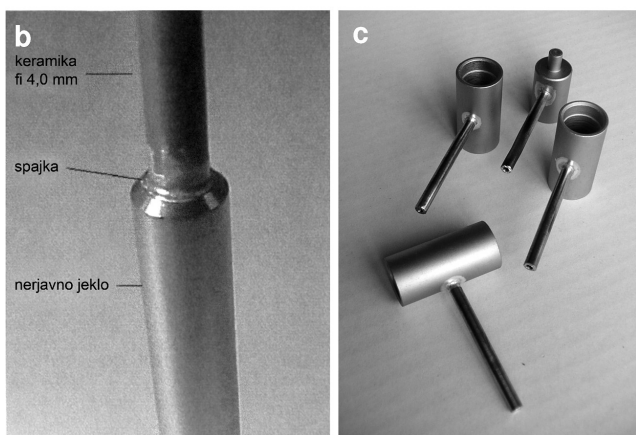
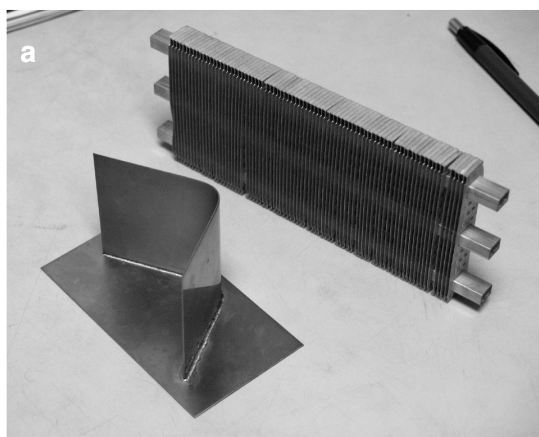
kovinski plošči v enotno steno, prepreženo s kanali za pretok tekočine.

5 IZKUŠNJE IN NAPOTKI

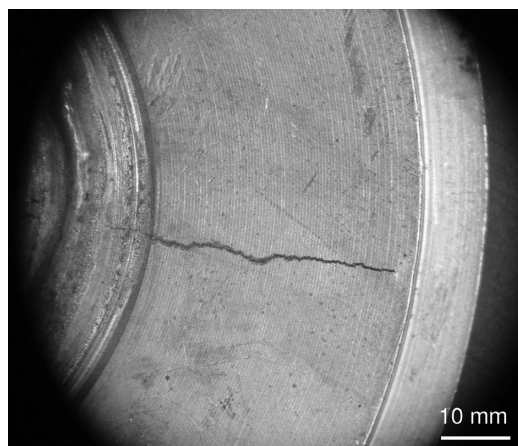
Pri izbiri nove spajke upoštevamo predvsem temperaturo taljenja oz. spajkanja in omočljivost obeh partnerskih kovin. Ne smemo pa pozabiti na naslednje:

- V večini primerov je ugodno, da izberemo evtektično spajko; pri tem imamo lepo definirano tališče in s tem zgornjo omejitev segrevanja.
- Kadar je predvideno večkratno zaporedno spajkanje na sestavljenem obdelovancu, moramo za prva spajkanja uporabiti tiste spajke z višjimi tališči, da pri naslednjih segrevanjih ne pride do medsebojnih premikov.
- Kadar spajkamo zlitino kovar z zlitino AgCu (72/28), segrevanje ne sme trajati predolgo (npr. ponovljeno spajkanje), ker se v kovarju pojavijo razpoke (**slika 8**).
- Dobro je po naših izkušnjah in priporočilih drugih najprej narediti nekaj preizkusov s svojimi sestavnimi deli in v zahtevnejših primerih tudi preizkusiti različne spajke. Spoj preizkusimo na tesnost, krhkost oz. elastičnost, električno prevodnost, trdnost itd.
- Pred vpeljevanjem proizvodnje se priporoča narediti več poskusov z izbranimi sestavnimi deli in v zahtevnejših primerih tudi preizkusiti različne spajke. Spoje je treba glede na zahteve preizkusiti na tesnost in trdnost.

Debelina spajke. Optimalne debeline vezivnega sloja so med 0,03 mm in 0,08 mm. Pri lepo soležnih gladkih površinah izbiramo nižje vrednosti, pri »slabših« površinah pa gremo proti 0,1 mm in včasih tudi nekaj stotink več. Iz teh priporočil in iz zelene



Slika 7: Primeri lepih spojev a) toplotni izmenjevalnik s poskusnim vzorcem, b) vžigna elektroda za dizel motorje, spajkana s pasto, c) preizkusni vzorci teles za nov tip plinskega odvodnika



Slika 8: Kadar zlitino kovar spajkamo s spajko, ki vsebuje srebro (npr. AgCu-72/28, ki je standardna spajka za elektronske sestavne dele), nastanejo razpoke v osnovnem materialu.

geometrije spajke (kolobar, žični obroček) definiramo končno obliko in dimenzije spajke. Sem spada tudi priprava komponent z natančnimi dimenzijami, ki definirajo režo. Kasneje praksa pokaže, ali je treba količino spajke dodatno povečati ali zmanjšati.

Oblikovanje spojev je stvar konstruktorjev, ki skrbijo za trdnost, tesnost, lepoto in funkcionalnost. Mesto, kamor spajko namestimo, naj bo tako, da stečenje spajke (v pripravljeno režo) ne povzroči premika enega sestavnega dela proti drugemu.

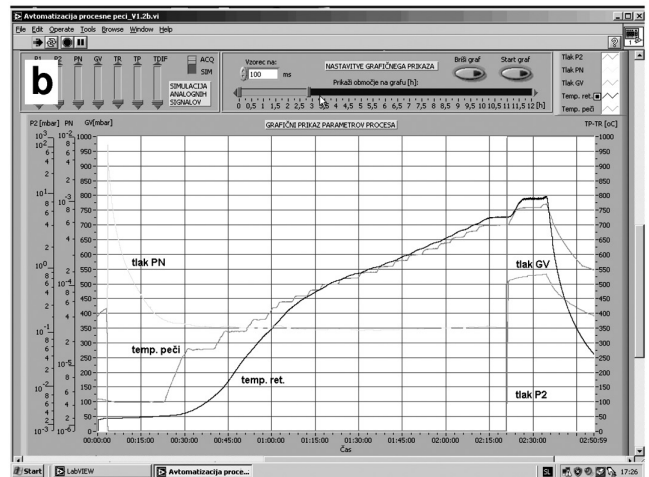
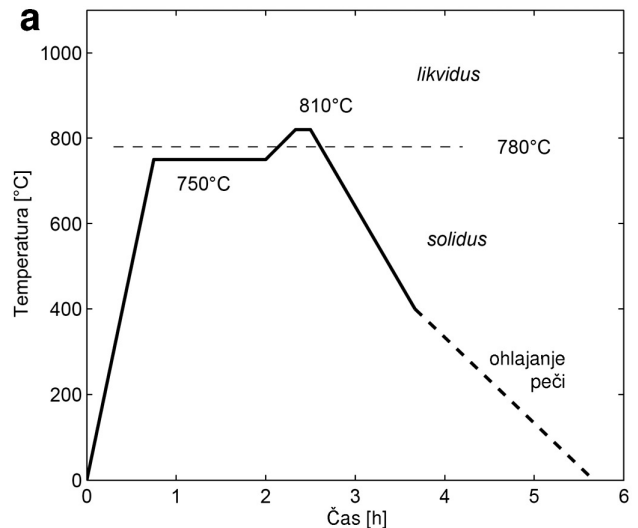
Priprava materialov pred spajkanjem: grobo pranje, razmaščevanje, končno čiščenje in izplakovanje ter sušenje. Naštetim operacijam se pri zahtevnejših izdelkih posvetimo do najmanjše podrobnosti. Tako pri razmaščevanju postopek lahko ponovimo v čistejšem detergentu; obvezna je uporaba ultrazvočne kopele. Po izplakovanju detergenta z navadno vodo operemo vzorce še z deionizirano vodo. V kopelih morajo biti vzorci postavljeni ločeno in tako obrnjeni, da so oblite vse površine (brez ujetih mehurčkov v odmaknjenih kotih) in da pri odcejanju lahko odteče vsa tekočina. Za prestavljanje v sušilne komore in za shranjevanje se uporabljajo čiste pincete, rokavice, posode s pokrovi itd. Za različne nivoje čistoče ponujajo proizvajalci standardne laboratorijske pripomočke in opremo.

Predhodno izplinjanje. Pri velikih zahtevah osnovne materiale predhodno tudi razplinimo v visokem vakuumu. Na koncu razplinjevanja in pred začetkom ohlajanja lahko z majhnim vpustom vodika v komoro (100–300 mbar za nekaj minut) odstranimo morebitne ostanke oksidov na površinah.

Za točno **pozicioniranje sestavnih delov med spajkanjem** posamezne sestavne dele namestimo v posebej pripravljeno orodje – navadno iz grafita.

Namestitev spajke. Nasprotno od ročnega spajkanja, kjer spajko lahko dodajamo sproti, se v pečeh spajka, nameščena na spojno mesto, razlije v režo in njeno okolico. Koliko prostora zavzame, je odvisno predvsem od vstavljenega količine spajke in od velikosti pripravljene reže. Natančna konstrukcija reže je še posebej pri serijski proizvodnji zelo pomembna za zagotavljanje trdnosti in tesnosti spoja.

Čas spajkanja. Vložek naj bo na delovni temperaturi čim krajši čas – po možnosti manj kot 1 min. To zagotavlja, da se spajka ne bo razširila iz špranje po površini (pri predolgem času lahko celo večina spajke izgine iz špranje). Kadar je v peči večje število vzorcev, je pomembno, da ima peč temperaturno polje s čim manjšim odmikom od imenske nastavitve; v nasprotnem primeru so nekateri vzorci lahko pregreti, drugi pa nezaspajkani.



Slika 9: Temperaturni diagram segrevalnega postopka pri spajkanju (a) in v praksi pri inkapsulaciji plina (b)

Temperatura spajkanja. Če ni drugače predpisano, spajko segrevamo na delovno temperaturo, ki je 10–25 °C nad njenim tališčem.

Manj zahtevni predmeti. Za okrasne in podobne predmete, kjer je poudarek predvsem na videzu in čistoči/lepoti (in ki elektronsko niso zahtevni), lahko uporabljamo spajkalne paste in »cenejše« vakuumske naprave – tu zadoščajo že tlaki med 10^{-3} in 10^{-4} mbar.

Čiščenje po spajkanju. Težavo s težko odstranljivim Cr_2O_3 na nerjavnih jeklih se da preprečiti z dodajanjem vodika ob koncu postopka ali zaobiti ta postopek s spajkami v obliki paste, ki vsebujejo tudi talila. Mogoče je uporabiti tudi predhodno nikljanje.

Temperaturni postopek v peči. V veliko pomoč so nam časovni diagrami spajkanja, ki so pravzaprav dokumenti o poteku dogodka (slika 9). Navadno jih določimo sami, tako da z več zaporednimi poskusnimi spajkanji ugotovimo optimalni tlak ter časovne in tlačne omejitve. Če se material počasi ali premočno razplinja, prvi del strmine ni gladek, ampak stopničast,

ker vmes počakamo, da črpalni sistem ponovno doseže želeni vakuum. Postopek je seveda daljši, toda pri elementih visoke zahtevane čistoče je to nujno. Diagrami spajkanja, pri katerih v celico za stalno zapremo (inkapsuliramo) določen plin, je v sliko vrinjen tudi dogodek prekinitve črpanja in vpuščanje plina, kot je razvidno s **slike 9b**.

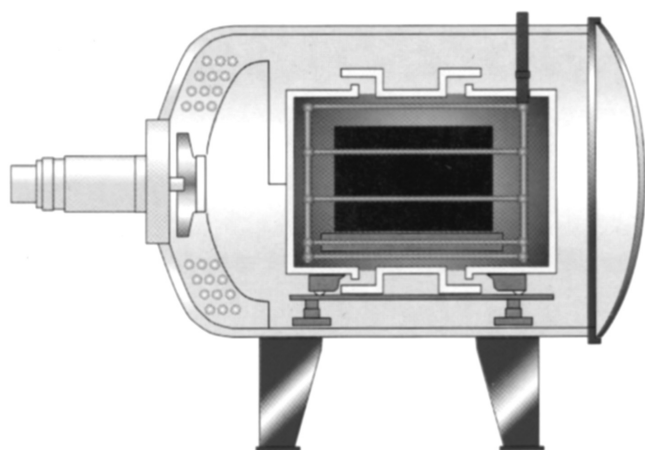
Tesnost. Sklope, ki morajo biti vakuumsko tesni, po spajanju vedno preizkusimo na tesnost. Najpogosteje uporabljamo metodo s helijevim masnim spektrometrom. Pri serijskem preizkušanju tesnosti spajkanih izdelkov si za hitrejšo delo izdelamo primeren priklonni element.

Preizkus na trdnost po navadi ni potreben.

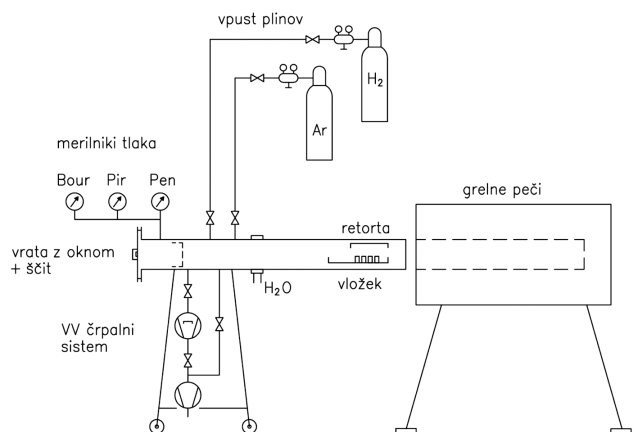
6 OPREMA

Predstavitev opreme podajamo z namenom pomagati tistemu, ki se pripravlja za nakup vakuumске peči. Kaj moramo pri tem vedeti, razmisliti, kaj definirati? Različne peči so konstruirane za različne namene, torej, kakšno peč je treba izbrati. Poudarjamo, da se je treba odločiti predvsem o naslednjih zadevah:

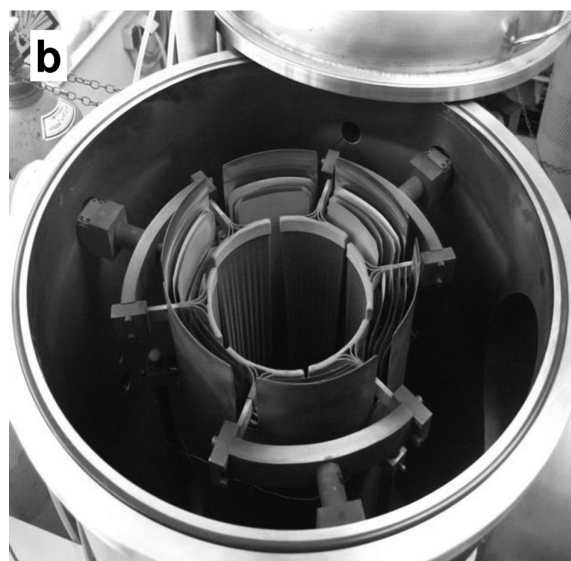
- ali poznamo zahteve in podrobnosti tehnološkega postopka;
- kakšna naj bo enakomernost temperaturne cone v delovnem prostoru (ΔT med različnimi lokacijami v retorti);
- kakšen vakuum je potreben za predvideno tehnologijo;
- ali bomo občasno ali stalno uporabljali plinsko atmosfero, kajti to zahteva dodatne inštalacije za pline in vgrajen zaporni ventil proti črpalnemu sistemu;
- kakšna naj bo stopnja avtomatizacije celotnega sistema (izris diagrama » $T - t$ « že postaja stalna praksa);



Slika 10: Osnovni tip peči – vodoravna, masivni grafitni grelnik znotraj – vlaganje predmetov skozi vrata na desni strani



Slika 11: Eksperimentalna visokovakuumska peč s premičnim zunanjim grelnikom (kar omogoča hitro ohlajanje) in z inštalacijami za vpust različnih plinov



Slika 12: Primer VV-peči z navpično komoro za vlaganje predmetov z vrha (a) in pogled na molibdenske grelnike v notranjosti (b)

- zelena hitrost ohlajanja (dodatno pospešeno hlajenje s plini);
- postavitev peči, potrebne inštalacije, čistost prostora.

Osnovni sestavni deli pri vseh vakuumskih pečeh so: črpalni sistem, delovna komora, grelniki, električno napajanje, avtomatika in plinska inštalacija, kadar je predvideno delo s plini.

Proizvajalci vakuumskih peči imajo v svoji ponudbi zelo različne izvedbe (**slike 10–12**). Po namenu jih lahko razdelimo na proizvodne, večnamenske industrijske, laboratorijske in eksperimentalne. Glede na konstrukcijo se ločijo predvsem po tem, kje se nahaja grelnik. Tiste, pri katerih je grelnik v vakuumski posodi, imajo navadno grelne žice iz molibdena na keramičnih obešalih ali pa je grelnik izdelan iz grafitnih blokov, zloženih v obliki debelostenske skrinje, ki je direktno priključena na električno napetost. Vakuumska delovna posoda z velikimi vrati ima stene hlajene z vodo. Pri pečeh z grelniki v retorti so cevi iz ognjevarnega jekla (lahko tudi iz kremenca), grelna žica pa navadno iz zlitine »kantal«. Prednost je hitro ohlajanje in zato krajši delovni postopek, slabost pa razmeroma majhna grelna cona z enakomerno temperaturo.

Naj še omenimo, da se spajkanje v inertni atmosferi da izvesti tudi brez vakuumskih peči, in sicer z visokofrekvenčnim (VF) segrevanjem. Ta postopek se veliko uporablja v kovinski industriji. Vzorec se vstavi v prilagojeno indukcijsko tuljavo, v kateri je potem ob vklopu VF-segrevanja ta obpihovan z inertnim plinom. Prednost tega postopka je le lokalno pregretje vzorca na mestu spoja in hitro delo.

7 SKLEP

Spajkanje je pri kovinah osnovni način spajanja. S pojavom metalizacije keramike (v letih 1970–1980) so se spajkani spoji razširili tudi na področje keramike, kar je v tehniki pomenilo velik skok naprej. Vakuumsko spajkanje ima naslednje kvalitete:

- zelo močan spoj, včasih celo trdnjši od osnovnih gradnikov;
- možnost spajanja različnih materialov;
- spajkanje in kaljenje je omogočeno v enem postopku;
- v enem procesu je omogočeno spajanje velikega števila kosov;
- možnost doseganja velikih dimenzijskih točnosti;
- mogoči so večkratni spoji v eni spajkalni operaciji;
- visoka čistoča spoja; povsem nekontaminirane površine so primerne za uporabo v prehranske in medicinske namene ter tudi za izdelavo UVV-komponent;
- niso potrebna talila in zato ne pride do motečih površinskih reakcij.

Predstavljene so osnove spajkanja, izkušnje z izdelavo vakuumskih spojev, široke možnosti izbire opreme in napotki za tistega, ki se spušča na to zanimivo tehnično področje.

8 LITERATURA

- W. Pupp, H. Hartman, *Vakuumentchnik*, Carl Hanser Verlag, München, 1991
- H. Katz: *Technologische Grundprozesse der Vakuumelektronik*, Springer Verlag, Berlin, 1974
- B. Erjavec, L. Irmančnik - Belič, M. Jenko, *Materiali in tehnologije*, 37 (2003) 6, 359–363
- R. Rozman, F. Brecelj, A. Pregelj, *Interna poročila RR-oddelka Iskra Zaščite (obdobje 2003–2013)*
- P. Panjan, *Vakuunist*, 20 (2000) 3/4, 34–41

POMEN VAKUUMSKIH TEHNOLOGIJ PRI PRIPRAVI JEDIL (jubilejno stoto objavljeno delo pričujočega pisca pri DVTS)

Stanislav Južnič

ZNANSTVENI ČLANEK

Univerza v Oklahomi, Oddelek za zgodovino znanosti, Norman, Oklahoma, ZDA

POVZETEK

Shranjevanje živil je bistveno za zgodovino prehrane. Z vakuumom lahko odstranimo kisik, potreben hrani škodljivim bitjem, zavarujemo vsebino termovke pred zunanji temperaturnimi vplivi ali izločimo vodo iz zmrznjene hrane. Medtem ko je bil prvi način izumljen takoj po iznajdbi vakuumske črpalke pred dobrimi tremi stoletji in pol, nam termovka pomaga ohranjati živila komaj dobro stoletje; liofilizacijsko sušenje so dodobra razvile stiske druge svetovne vojne.

Kot se za tako pomembno novost spodobi, so vakuum najprej uporabili za shranjevanje grozdja in iz njega pridobljene žlahtne kapljice. Poltretje stoletje pozneje so termovko precej drugače začeli uporabljati za hrambo skuhanega mleka. Grozdje in mleko so prvi uspešno skladiščili Nemci, grozdje seveda z izdatno pomočjo v Žužemberku rojenega prvega kneza Turjaškega. Suhokranjci so se pač že od nekdanj prvovrstno spoznali na grozdje. Vino je v vakuumu prvi shranil Anglež Boyle: pričakovano je zavrnel domačo kislico na rovaš žlahtne francoske kapljice.

Vakuum pa ni le pripomoček za skladiščenje, temveč je že pol stoletja tudi medij za kuhanje. Rumford je v Münchnu napovedal dolgotrajno kuhanje pri nizkih temperaturah. Čeprav je bil Američan v angleški in bavarski službi, se je novodobnih postopkov kuhanja v vakuumu shranjenih živil pri temperaturah pod vreliščem vode prijel francosko ime *sous-vide*.

Ključne besede: zgodovina vakuumskih tehnik, termovka, liofilizacija, kuhanje *sous-vide*, Janez Vajkard knez Turjaški, Otto Guericke, Robert Boyle, Benjamin Thompson grof Rumford, Nikola Tesla

Role of Vacuum Technologies for Food Preparation

ABSTRACT

The storing of food is essential for the history of nutrition. The vacuum can remove the oxygen needed for development of beings harmful for food. We protect the contents of flasks from external temperature effects, or eliminate water from the frozen food. While the first method was invented soon after the invention of the vacuum pump three and a half centuries ago, a thermos flask helps to keep the food barely a century. Freeze-drying was very well developed during the time of troubles of the Second world war.

Vacuum protection was used for the first time for the storage of grapes and the obtained wine. Two and a half centuries later, thermos flask began to be used quite differently for the storage of brewed milk. Grapes and milk were first successfully stored by Germans, grapes, of course, with substantial assistance of Žužemberk-born prince Auersperg. The natives of Suha Kranjina in Carniola have always been first-class experts for grapes. The well-to-do Englishman Boyle stored wine in a vacuum recipient for the first time. As expected, he rejected the local products and used the French noble drops of wine.

Vacuum is not only a tool for storage, but already for half a century is also a medium for cooking. Rumford in Munich was the first to announce a long-term cooking at low temperatures. Although he was an American-English in the Bavarian service, the

modern-day cooking processes in a vacuum at temperatures below the boiling point is popularly known with the French name *sous-vide*.

Keywords: History of vacuum techniques, flask, freeze-drying (lyophilisation), cooking *sous-vide*, Janez Vajkard duke Turjaški, Otto Guericke, Robert Boyle, Benjamin Thompson count Rumford, Nikola Tesla

1 UVOD

Bližajo se novoletni prazniki, ko si človek rad privošči kaj dobrega na mizi. Kako nam pri tem lahko pomagajo nekdanje in sodobne vakuumske tehnologije?

Vakuum sodobnemu človeku pomaga ohranjati živila, v zadnjem času pa znamo v vakuumu tudi kuhati. Shranjevanje živil postaja vedno bolj nepogrešljiv vsakdan sodobnega človeka, ki si želi tujerodnih dobrot. Čeprav je bilo med številnimi postopki shranjevanja izumljeno med zadnjimi, vakuumsko pakiranje živil urno pridobiva na pomenu tudi s ponudbo priročnih naprav za domačo uporabo. Napredku botruje blagodejna potreba po miniaturizaciji opreme vesoljskih plovil, kjer prostorsko in utežno skromni vakuumski preparati prihranijo precej »cvenka«.

2 GUERICKEJEVO GROZDJE

Ledino vakuumskega pakiranja s sušenjem je zaoral že izumitelj vakuumske črpalke protestant Otto Guericke, potem ko je v vojni vihri služil kot inženir v švedski in nato v saški armadi.¹ Kljub razumljivi protestantski zameri je po vojni sodeloval s svojim katoliškim cesarjem Ferdinandom III. Župan Guericke je zastopal koristi svojega mesta Magdeburga na konferenci v Osnabrücku, kjer so se med letoma 1645 in 1648 končno dogovorili o miru po tridesetletni vojni. Tam je srečal Janeza Vajkarda Turjaškega, ki se je na konferenci mudil v cesarjevem spremstvu. Ponovno sta se videla med Guerickejevim obiskom na dunajskem dvoru.² Zgovorni Guericke je že tedaj rad poročal o vakuumskih poskusih.

Guericke se je državnega zbora v Regensburgu udeležil kot politik, poln znanstvenega častihlepja. Cesarju in knezom je kazal poskuse s tlakom zraka in pripovedoval o novih, komaj odkritih pojavih.

¹ Hellyer, Marcus. 1998. *The Last of the Aristotelians: the Transformation of Jesuit Physics in Germany 1690–1773*. Disertacija. San Diego: University of California, 1998, 279, 280

² Guericke, Otto von. 1986. *Neue »Magdeburgische« Versuche über den leeren Raum*. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft M.B.H., 1986, 108

Domiselni župan je prvi tehtal zrak, kar bi se marsikomu še danes zdelo za malo. Uravnovesil je tehtnico z vakuumsko posodo na eni in utežmi na drugi strani. Ko je posodo izpraznil je ugotovil, da mora za ravnovesje na nasprotni strani odstraniti nekaj uteži.³

Guericke je cesarju Ferdinandu III., kralju Ferdinandu IV., Turjaškemu in drugim knezom kazal poskuse v praznem prostoru in mimogrede omenil, da nam zmanjka zraka, ko pihnemo v vakuumsko posodo. Vedel je, da nas lahko doleti marsikaj hudega, saj zunanji tlak ne iztisne le vsega zraka iz človeškega ali živalskega telesa v vakuumsko posodo, temveč poškoduje samo telo s črevesjem vred; zaradi pritiska lahko celo umremo. Turjaški knez mu še malo ni verjel na besedo. Ni bil pripravljen opustiti Aristotelovih naukov iz svojih študentskih klopi, kjer se je vakuum zdel skregan z zdravo pametjo. Za nameček celo nedavno umrli Descartes ni priznaval praznega. Naš vrlji Turjačan se je hotel na lastne oči prepričati, kaj se dogaja v vakuumski posodi.

Turjaški knez je prav tedaj napolnil devetintrideset let in je bil skoraj mogočnejši od samega prezgodaj ostarelega presvetlega cesarja. Dvom oblastnega kneza je postavil pod vprašaj še vse druge Guerickejeve poskuse. Bilo je vprašanje osebnega prestiža: ali bo Guericke prepričal kneza v tehtnost svojih premislekov? Inženir Guericke ni bil posebno doma v peripatetični logiki in se ni rad spuščal v razprave o naravi vakuuma, ki jih je pogosto premleval njegov tekmeček Boyle onstran Rokavskega preliva. V praznem prostoru je videl predvsem uporaben pripomoček.

Guericke se je izognil sholastičnemu prepiru s Turjaškim in prepustil odločitev poskusom.⁴ Kranjskemu knezu in drugim presenečenim velikašem je pokazal, kako vakuum »vleče« vodo navzgor po cevi, ugasne svečo in zaduši tiktakanje ure. Ljubiteljem grozdja in njegovih predelanih oblik, ki jih tedaj ni manjkalo in jih ne pogrešamo niti danes, je postregel z nadvse razveseljivo novico: »Končno naj bo na tem mestu omenjeno: ko grozdje postavimo v takšno stekleno posodo, jo izpraznimo in nato shranimo v mrzlem kraju za pol leta, se grozdje glede videza ne bo spremenilo, čeprav bo izgubilo ves sok.« Uspešnost shranjevanja v izpraznjenem prostoru je pojasnil: »Od tod sledi, da sok v praznem prostoru izpuhti, medtem ko bi se sicer zaradi tlaka okoliškega zraka vračal nazaj in ostajal v notranjosti.«⁵

Vakuum je vstopil v srednjeevropsko visoko družbo in njeno kulinariko na posebno veličasten način, pod kritičnim očesom našega turjaškega kneza, ki se seveda nikakor ni branil dobro obložene mize. Njegov brat, deželni glavar Volf Engelbert,⁶ je leta 1666 dal poloviti 2256 prepelic, 120 gozdnih jerebov in 26 poljskih jerebic za gostije v svoji ljubljanski palači. Največjo je priredil že prej leta 1660 ob obisku cesarja Leopolda I. Knez Janez Vajkard je v treh tednih lova s sokoli ujel več kot tri tisoč prepelic. Rad je lovil v kočevskih gozdovih okoli Lužin med številnim sadnim drevjem. Leta 1774 je v enem samem dnevu ustrelil osem medvedov. Zadnji pa bi ga kmalu naučil kozjih molitvic, saj je hudo ranil kar dvanajst domačinov, ki so pomagali pri pogonu. Ko je vrgel na tla trinajstega, ki se je prav tako pisal Medved, je knez medveda končno le ustrelil.⁷ Priimek Medved je bil tisti čas dokaj pogost na Kočevskem in v Kostelu, medvedja pečenka pa je šla od nekdanj v slast tudi lačnim z drugačnimi priimki.

V turjaški ljubljanski knjižnici ni manjkala ena poznejših izdaj Scappijeve kuharske knjige, ki je Volfu zelo prav prišla pri načrtovanju gostij. Bartolomeo Scappi (1500–1577) je bil kuharski mojster papeža Pija V., pri katerem gotovo ni pogrešal dobro obloženih miz. Nič slabši ni bil Walther Hermann Ryff (Rivius, † 1548), ki je leta 1540 in 1542 je v Strasbourgu priobčil Majhno nemško lekarno z opisom domačih zdravil, predvsem pa kuhanja; delo so kupili pregnani ljubitelji dobro obložene mize med škofjeloškimi kapucini, Hohenwarti s Kolovca in drugimi Kranjci. To knjigo, polno pobarvanih skic rastlin,⁸ so v Strasbourgu tiskali celo stoletje pod psevdonimom *Quintus Appollinaris*. Eno zadnjih izdaj je prodajal Mayr leta 1678 v Ljubljani, kjer se med gurmani gotovo ni manjkalo petičnih kupcev.

Gornjegrajska škofijska knjižnica se je postavljala z medicino paracelzijanca Leonarda Fioravantija (1518–1588) kot adligatom rokopisa, polnega kemijskih in kuharskih receptov celo v slovenskem jeziku, z »bello pšenično moko« vred.⁹ Učeni in po svetu razgledani cistercijani so se v Stični radi posladkali z dobrotami po kuharskih in lekarniških receptih Eleonore Marije Rosalije vojvodinje Crummau (1647–1704) iz mogočnega rodu Liechtensteinov. Njeno knjigo so kupili v prvi izdaji, dopolnjeni s kuharsko knjigo, ponatis pa je sledil leta 1710 na Dunaju, kjer se, seveda, dobrih jedi niso nikoli branili

³ Guericke, *Neue*, 76

⁴ Hellyer, *The Last*, 280–282

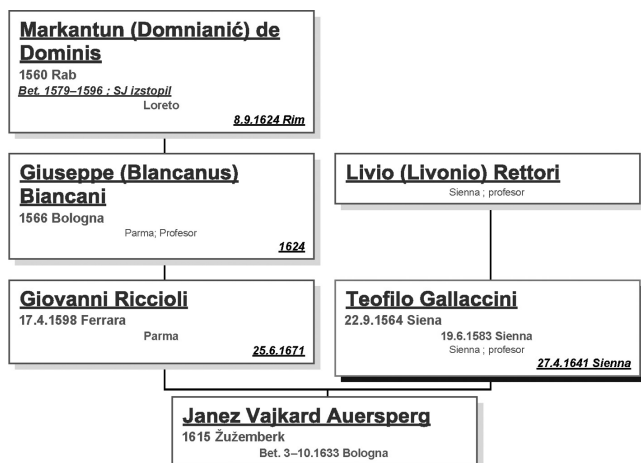
⁵ Guericke, *Neue*, 49–50

⁶ M. Žargi, Potres v Ljubljani, V: *Melikov zbornik* (2001), 749, 750, 754

⁷ J. V. Valvasor, *Die Ehre, Laybach-Nürnberg 1689, I/III: 224*; M. Žargi, *Auerspergov knežji dvorec*, V: *Theatrum Vitae et Mortis Humanae* (2002), 294

⁸ W. H. Ryff, *Kurtz Handtbüchlin und Experiment vieler Artzneyer*, Strassburg 1575, 109^v, 139^v, 143^v

⁹ Terpin, *Constitutiones, et Index librorum*, 14, 17; Fioravanti, *Sopra la chirurgia*.



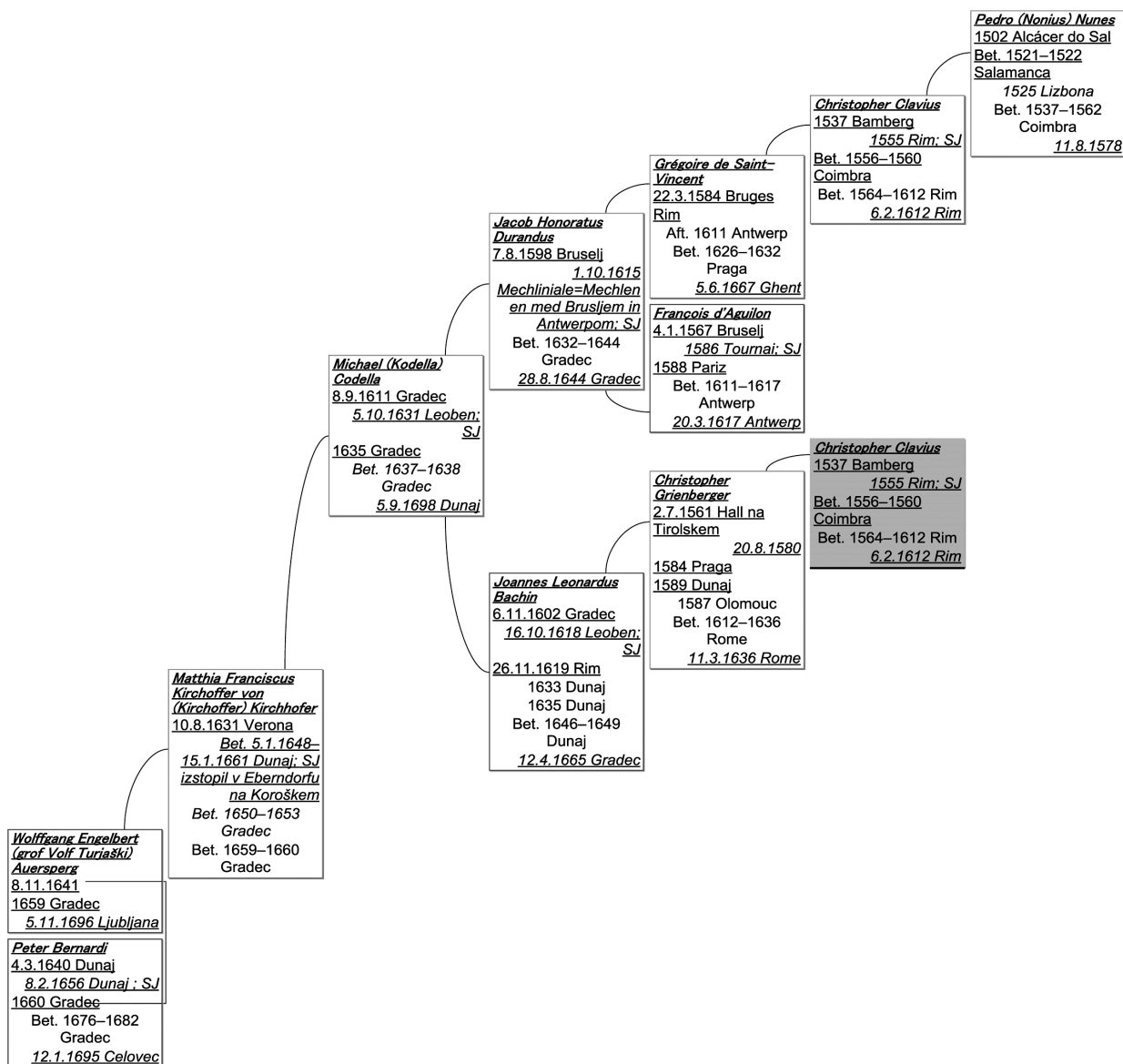
Slika 1: Akademski predniki Janeza Vajkarda Auersperga (Turjaškega) glede na njegove študije v Bologni in Sieni

kljub reku *Ko greš na Dunaj pusti trebuh zunaj*. Nekoč Stiški danes NUK-ov izvod knjige gospe Crummau na 516 straneh z abecednim registrom nima marginalij ali ekslibrisa; receptom sledijo navodila za uporabo soli in zdravljenje.¹⁰

Kakor koli že, kuharske novosti so dobrodušni Kranjci vedno znova sprejemali z odprtimi rokami, če že ne z rejenimi trebuhu, kar jih je napravilo še posebno dojemljive za sodobno pripravo živil z vakuumskimi tehnikami, torej z uporabo praznega.

3 BOYLOVA VAKUUMSKA ČRPALKA IN VINO

Medtem ko sta Guericke in Turjaški orala ledino vakuumsko podprte kulinarike na celini, ju je v Angliji pogosto celo prekosil bogataš Robert Boyle, katerega



Slika 2: Akademski predniki nečaka prvega slovenskega vakuumista Wolffganga Engelberta Auersperga (grof Turjaški)

¹⁰ E. M. R. Crummau, *Freywillig=aufgesprungener Granat=Apfel*, Grätz 1697, 1, 37, 325, 485

knjige je s pridom uporabljal prijatelj kneza Turjaškega Janez Vajkard Valvasor. Boyle je svojo tretjo vakuumsko knjižico posvetil zgodnjim poskusom z *Machina Boyliana*, ki sta jo po Boylovi preselitvi v Oxford sestavila skupaj z Robertom Hookom in prve poskuse objavila leta 1660; v odgovorih zamerljivcem je nastal znani Boylov zakon.

Boyle se je skliceval na Mersennovo pariško raziskovanje stisljivosti in na meritve florentinskih akademikov. K svojim vakuumskim raziskavam je vabil najpomembnejše Angleže tedanjih dni, da bi s svojim ugledom dali rezultatom dodatno težo, kot so velevale tedanje navade. Opisal je zmrzovanje pare z nižanjem temperature ob stiskanju pod težo stolpa živega srebra. V kritiki Thomasa Hobbesa je navajal svoje starejše poskuse v barometru na živo srebro.¹¹ Hobbesa je zavrnil z Guerickejevimi in Torricellijevimi poskusi.

Po Boylovi napovedi v nagovoru bralca in v predgovoru (1680) so bili »Hidrostaticni paradoksi« nadaljevanje Boylovih »*Tractatus de Aëre*« (1672), ki ga je prodajal knjigarnar Janez Mayr v Ljubljani, po Boylovi smrti pa so ga prevedli v angleščino. Boyle je tlak v kapljevini primerjal s Torricellijevim preizkušanjem vakuuma nad cevjo, polno živega srebra. V nagovoru bralcu je zavrnil Hobbesovo zavračanje vakuuma, saj je moža kot monarhista črtil tudi po politični plati.

Zaključno poglavje je posvetil shranjevanju živil v vakuumu, ki je Valvasorja še posebej navdušilo. Boyle je namreč junija 1670 v vakuum shranil dobrega pol litra oziroma *pinto* francoskega vina. Julija 1671 je ob veselem rahlo vinjenem omizju ugotavljal, da ni izgubilo čistosti in barve. Novost po svoje uporabljamo še dandanes, ko iz napol popite steklenice vina radi izčrpamo zrak in jo znova nepredušno zapremo, da jo ob naslednji žeji postrežemo nespremenjeno. Valvasor in njegovi najstniški sinovi na Bogenšperku resda niso popili veliko vina kljub skrbi Valvasorjeve prve žene. Vseeno pa se je Boylova ideja o shranjevanju vina globoko dotaknila Valvasorjeve ob posavskih vinogradih razvajene duše. V času Boylovega vinskega vakuumskega poskusa je bil Valvasor v Franciji in Nemčiji,¹² vmes pa je verjetno zaplul tudi k Britancem.

Valvasor je kupil šest Boylovih tiskovin, med njimi ženevska zbrana dela (1680) v trinajstih zvezkih s petindvajsetimi poglavitnimi knjigami. Valvasorjevo navdušenje nad Boylom je mogoče pričakovati, saj je tri Boylova dela prodajal celo novi ljubljanski knjigarnar Mayr leta 1678. Valvasor je bil štirinajst let

mlajši od Boyla; ob svojem bivanju v Parizu in v Angliji¹³ v času Boylove dokončne preselitve iz Oxforda v London aprila 1668 se je na svojih popotovanjih dodobra seznanil z Boylovimi vakuumskimi poskusi.

Valvasor je kupil Boylove »Hidrostaticne paradokse« (1670) s tremi lepimi skupinami slik kapilar v posodi, stiskanja tekočin in posledic razlike tlakov. Boylove poskuse je Valvasor ponovil na Bogenšperku ob preverjanju delovanja domnevnih sifonov pod Cerkniškim jezerom, ki jih je prijatelj Halley nato leta 1687 kazal pred londonsko Kraljevo družbo v čast Valvasorjeve izvolitve med nove člane. Valvasor kot prvi kranjski član te znamenite družbe priča o izjemno visokem kotiranju naše baročne znanosti in tehnologije, obenem pa o hitrem širjenju angleških dosežkov med Kranjci.

4 TERMOVKA

Guerickejeve in Boylove pogruntavščine so dolgo ostale le Blažev žegen, čeprav so na Nizozemskem in v Angliji kmalu dovolj množično izdelovali cenene vakuumske črpalke. Resne uporabe zanje ni bilo pred izumom katodne elektronke, ko jih je na nakupovalne police spravil razvoj vakuumskih črpalk za praznjenje Edisonvih žarnic in kmalu za njimi tekma za utekočinjanje plinov, končana tik pred prvo svetovno vojno.

Kot se to pogosto zgodi ob podobnih osredinjenih učenjaških tekmovanjih, je James Dewar (1842–1923) z *Royal Institution*, ki jo je svoj čas ustanovil Rumford, za kratkotrajno varovanje močno shlajenih plinov izumil termovko; le-ta je kmalu postala uporabna v gospodinjstvih. Na novo raven jo je pripeljal steklopihač Muller iz Coburna, ko je leta 1904 uporabil Dewarjevo (1874) oziroma Adolfovo Ferdinandovo Weinholdovo (1841–1917) posrebreno službeno vakuumsko izolirano termovko za mleko (1881), da ga je lahko zjutraj še toplega dal svojemu otroku.

Nemški uporabniki vakuumskih posod niti niso poznali Dewarjevih uspehov. Po drugi strani pa angleški steklopihalci niso bili dovolj spretni; tako je moral Dewar pred letom 1898 naročiti izdelavo posod v Nemčiji.¹⁴ Še bolj prodoren je bil Reinhold Burger (1866–1954) v Berlinu, ki je leta 1901 v sodelovanju z Wilhelmom Conradom Röntgenom (1845–1923) patentiral rentgensko elektronko.

Kmalu nato je Burger 1. 10. 1903 patentiral termovko s svojim berlinskim podjetjem R. Burger &

¹¹ Boyle, *Tractatus*, 1680

¹² Reisp, *Janez Vajkard Valvasor*, 82–84

¹³ Mayr, *Catalogus*, 51–52; Reisp, *Korespondenca*, 7

¹⁴ Dewar, *The collected papers*, 717

Co. v Nemčiji, do leta 1906 pa še v Franciji, Veliki Britaniji in ZDA. Termovka je po tem hitro prišla najprej v nemške trgovine, nato pa drugam.¹⁵ Sprva je termovko priredil za varno kratkoročno shranjevanje utekočinjenega kisika pri nizkotemperaturnih poskusih Carla von Lindeja (1842–1934), züriškega študenta, utemeljitelja sodobne teorije toplote Rudolfa Clausiusa. Zviti Burger je nato leta 1909 prodal svoje patente podjetju *Thermos-Aktiengesellschaft* v berlinski Charlottenberg, ustanovljeni leta 1904 kot prednici poznejšega *Thermos GmbH*, kjer so začeli serijsko proizvajati termovke za trg takoj po svetovni vojni leta 1920. Burger je v zamejstvu istočasno prodal pravice newyorški *Thermos Bottle Company*, sestrskemu podjetju *Thermos-Aktiengesellschaft*; podjetji sta imeli podobne veje še v Kanadi in Veliki Britaniji.

Nepredvidni Dewar svojega odkritja pač ni patentiral. Ko se je vendarle spomnil, da bi rad kaj zaslužil, je izgubil pravdo proti podjetju *Thermos L. L. C.* (*Thermos-Aktiengesellschaft*). Bog ve, ali se ni pri tem spomnil svojega slovitega prednika pri *Royal Institution* Michaela Faradaya, ki svojih izumov zanalašč ni nikoli patentiral, da bi se izognil podobnim zagatam, vedoč, da denar pripada poslovnežem, siromašna slava pa pametnim.

5 PAKIRANJE

Termovka pogosto ni bila dovolj priročna in predvsem ne dolgoročna shramba hrane. Na dlani je bilo, da vakuum lahko iz hrane izloči kisik in tako izstrada večino škodljivih bakterij. Že pol stoletja, preden se je tam rodil pisec teh vrstic, so svežino kave v vakuumsko zatesnjeni vrečki ohranjali v San Franciscu¹⁶ kot prvovrsten dodatek pripravi kave, za katero je že sladokusec Rumford leta 1812 prepovedoval vrenje.¹⁷ Prvi vakuumski kavni sifon je berlinsko podjetje Loeff patentiralo leta 1830, kot je v svojem francoskem patentu priznavala gospa Jeanne Richard leta 1838. Kavne vrečke so v 1960. letih resda porinile počasne vakuumske kofetarje v ozadje, danes pa znova pridobivajo priljubljenost v ZDA.

Za vojake slovite linije Andréja Maginota (1877–1932) v Franciji so leta 1936 prvič dostavljali zmrznjena živila v vakuumskih gumijastih vrečkah, v 1950. letih pa je embalažo izpodrinil polivinil.¹⁸ Sodobno vakuumsko pakiranje je sprožil doktor inženir Karl Busch ob pomoči svoje soproge Ayhan. Leta 1963 sta ustanovila nemško *Dr.-Ing. K. Busch GmbH*,

za katero je Karl v kleti svoje hiše urno sestavil priročno gospodinjsko vakuumsko črpalko. Po preverjanju jo je poslal na trg, pol stoletja pozneje pa njegovo podjetje daje kruh poltretjemu tisoču delavcem.

6 LIOFILIZACIJA

Odstranjevanje kisika ni edina priložnost za vakuumsko povečanje trajnosti živil; v vakuumu lahko namreč pospešimo sublimacijo ledu iz zmrznjenih živil. Leta 1897 se je Francoz Jacques-Arsène d'Arsonval (1851–1940) hvalil, da je Dewarjevo posodo že 11. 2. 1888 opisal pri bioloških raziskavah. Vsekakor je možakar uspešno sodeloval v tekmi za utekočinjanje različnih plinov, leta 1906 pa je skupaj s pomočnikom Frédéricom Bordasom (1860–1936) zasnoval postopek liofilizacije v pariškem biofizikalnem laboratoriju *Collège de France*. Odkrila sta postopek vakuumskega sušenja z odstranitvijo sublimiranega ledu iz zmrznjenih temperaturno občutljivih bioloških in anorganskih snovi.

Seveda so sublimacijo v Evropi poznali že stoletja, vendar je dolgo niso uporabljali za sušenje. To so počeli zgolj v Andih v razredčenem zraku na višinah precej nad našim Triglavom, kjer so že pred tisočletji ponoči zmrzovali in podnevi sončili krompir (*Papa*) za pridobivanje več let uporabnega *Chuño*. Konkvistadorji, španski jezuit José de Acosta (1540–1600) leta 1590 ali sin inkovske princese Garcilaso de la Vega (1539–1616) leta 1609¹⁹ so seveda opisovali indijanske dosežke, ki pa jih Evropejci niso znali uporabiti in so morali pozneje znova izumiti že izumljeno. Nič presenetljivega: čeprav so nemoralni Evropejci premagali Indijance, ki jim je bila tolikšna pohlepna podlost nedojemljiva, so bili premaganci na neprimerljivo višji ravni kultiviranja zemlje in je večina sodobne evropske hrane indijanska dediščina. Seveda je škoda, da so agresivni osvajalci pohabili lokalne civilizacije, išoč z zlato, ki se dejansko skriva v superiornem poljedelsko-kuharskem znanju domorodcev. Tako smo morali zgolj zaradi napuha in nebrzdane grabežljivosti naših prednikov v potu svojega obraza na novo izumiti tehnologije, ki so bile Indijancem že od nekdaj »mačji kašelj«.

Sodobna liofilizacija je počasen postopek sušenja, pri katerem porabimo trikrat več energije kot pri navadnem sušenju. V prvi fazi sušenja (primarno sušenje) odstranjujemo zmrznjeno vodo s sublimacijo

¹⁵ Soulen, *James Dewar*, 35

¹⁶ chrisgrande.com/2010/07/24/the-history-of-hills-brothers-coffee-and-the-vacuum-seal-mystery

¹⁷ Rumford, *Excellent Qualities of Coffee and the Art of Making it in the Highest Perfection*. Essay XVIII. *Essays political, economical, and philosophical*. T Cadell and W. Davies (London), 1812, 4/18: 153–207

¹⁸ www.meatupdate.csiro.au/data/Vak_Pak_01-80.pdf

¹⁹ Inka, *Kraljevski zapiski*, 335

v vakuumu, v drugi (sekundarno sušenje) z desorpcijo. Tako odstranimo vodo, ne da bi pri tem pokvarili osnovno strukturo in sestavo hrane. Liofilizirana živila so dolgo stabilna pri sobni temperaturi, z dodajanjem vode pa jih ponovno vrnemo v prvotno stanje, namenjeno zaužitju.

V prehrabni industriji z liofilizacijo, razvito med prvo in še posebej dopolnjeno med zagatami druge svetovne vojne, sušijo gobe, začimbe, napitke, makarone, sir, kose zrezkov, sadja, listnato zelenjavo, povrtnine, meso, ribe ob drugi morski hrani, perutnino, mlečne proizvode in druge rastlinske ali živalske surovine. S postopkom liofilizacije koncentrirajo sadne sokove, izdelujejo mleko v prahu, instantno kavo in čaj; lotevajo se tudi suhih juh, otroške ali dietne prehrane.

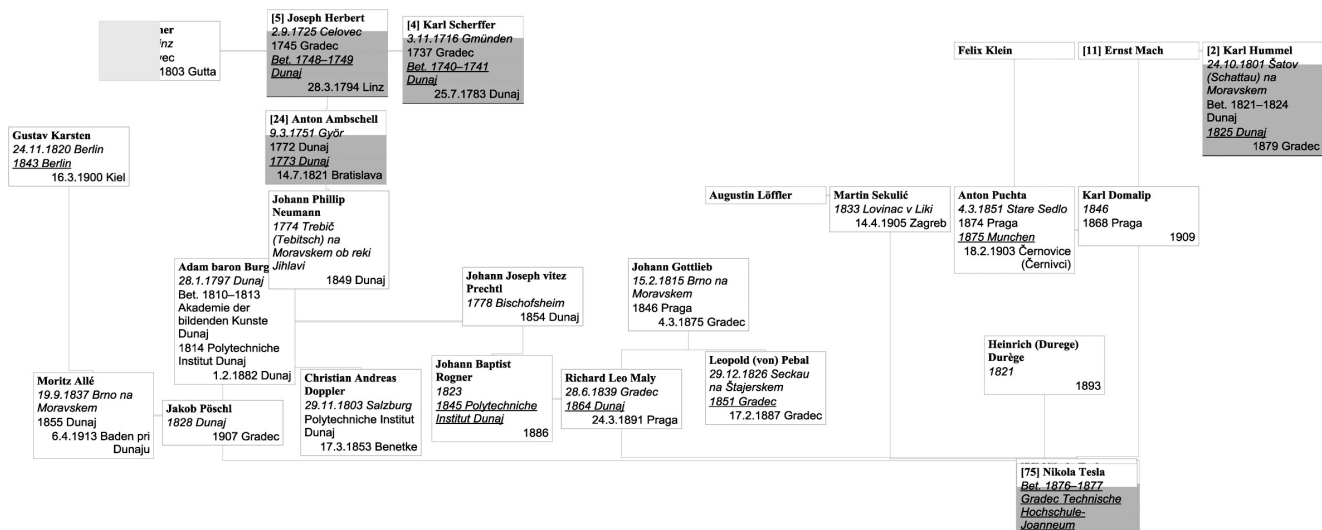
7 VAKUUMSKO KUHANJE

Shranjevanje živil danes še malo ni edina kulinarična uporaba vakuuma. Kuhanje v vakuumu namreč na svojstven način nasprotuje visokim tlakom »ekonom lonca« Boylovega pomočnika Denisa Papina, ki je z umetno skuhanim piščancem svoj čas po izumu leta 1669 navdušil angleškega kralja Karla II. Ne gre zgolj za nasprotje med nizkimi in visokimi tlaki, temveč tudi za razliko med počasnim in hitrim kuhanjem, v katerem ima počasnost morda prihodnost zaradi sodobnega nasprotovanja še donedavna čislani hitri prehrani.

Teorija in prvi ohlapni poskusi dolgotrajnega kuhanja v vodi pod vreliščem so se posrečili Benjaminu Thompsonu grofu Rumfordu (1753–1814) v Münchnu leta 1799, čeprav je še zmeraj uporabljal zrak za prevajanje toplote, potem ko je domiselno dvomil v pravšnost temperature vrele vode za kuhanje prav vseh tisočerih vrst živil. Vrli grof si je pogosto dopisoval z Jurijem Vego, domislico pa je objavil v svojih esejih med njega dni priljubljenim razpravljanjem o kuriščih in dimnikih, ki so zanimali tudi njegovega soimenjaka in političnega nasprotnika Benjamina Franklina; o njih so pogosto poročali tudi v ljubljanskem tedniku *Wochentliches Kundschaftsblatt des Herzogthum Krain*.²⁰

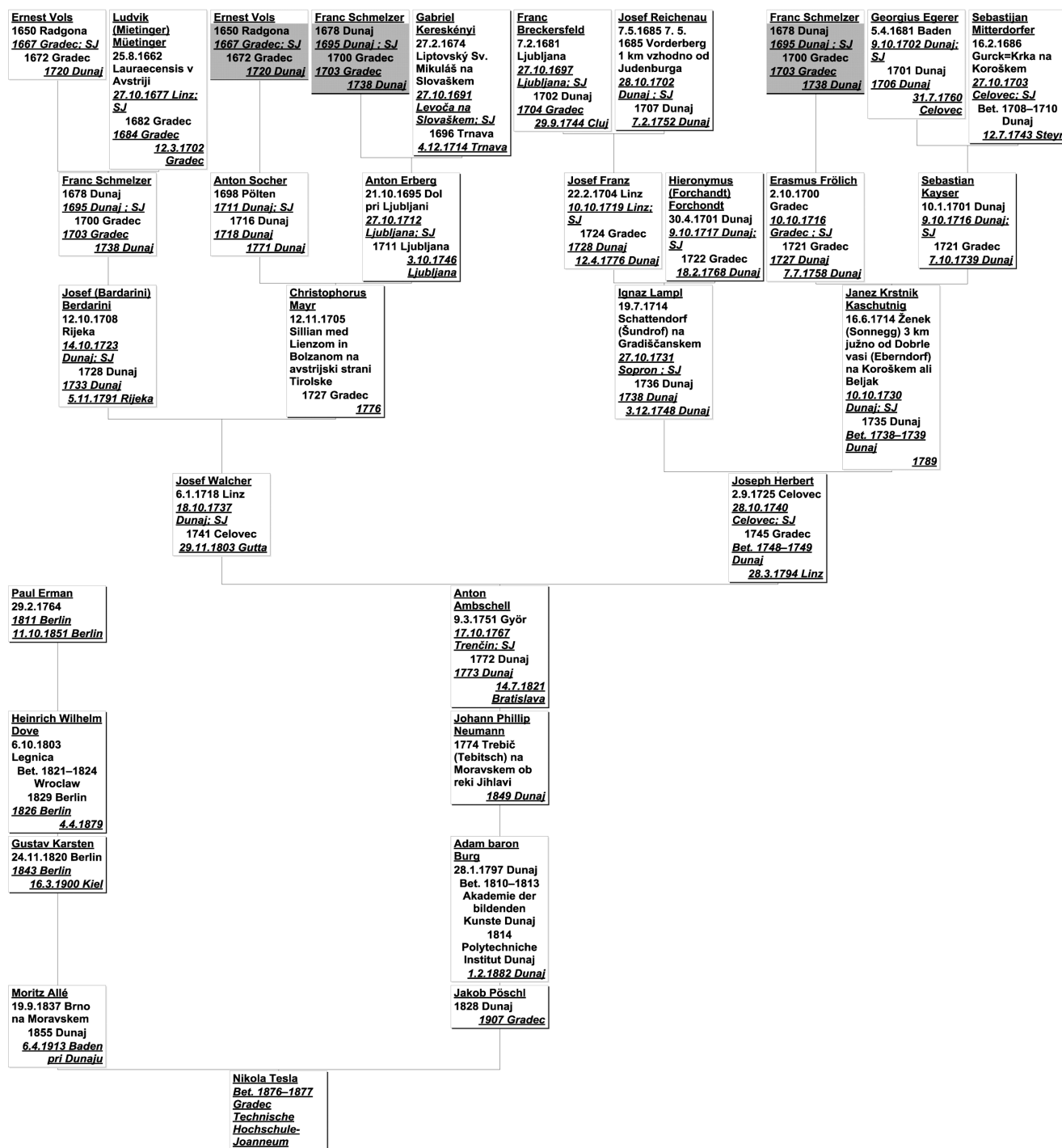
Rumford ni le posrečeno opisal kulinariko svoje dobe, temveč je zasnoval tudi enega prvih poskusov kuhanja pri nizkih temperaturah. Kot bavarski vojni minister je v münchenski javni kuhinji Hiše industrije (angl. *House of Industry*) preizkušal stroj za sušenje krompirja tako, da je vanj postavil ovčja pleča v upanju, da jih bo lahko skuhal pri temperaturi znatno nižji od vrelišča vode. Če voda v Münchnu vre za 10,5 stopinj Fahrenheita nižje kot v Londonu, je bil prepričan, da bi se tudi v Londonu dalo kuhati pri tej nižji temperaturi. Seveda je bil Mt. Everest z vreliščem vode za 30 °C nižjim od obmorskega osvojen komaj poldrugo stoletje pozneje, tibetansko-nepalskih kuharskih navad pa Rumford ni poznal.

Poleg tega je razliko med londonskim in münchenskim vreliščem vode močno precenil, saj pribitek nadmorske višine povzroči zgolj za picle 2 °C



Slika 3: Teslovi akademski predniki navzdol od Boškovića, katerega knjigo je tako umetelno prebiral med iskrenjem v Faradayevi kletki. Slika je sestavljena tako, da so znanstvenikovi predniki njegovi univerzitetni profesorji matematičnih in fizikalnih predmetov in Teslo povezuje z drugimi vakuumisti, že opisanimi v naši reviji *Vakuumist*, kot so bili Neumann, Amshell, Gruber, Robida in Stefan.

²⁰ *Kundschaftsblatt*, 2/40: str. 629–638; 2/41: str. 645–653; 2/42: str. 661–670; 2/16: 247–249 (20. 4. 1776); 2/17: 263–267 27. 4. 1776); 2/16: str. 251–252



Slika 4: Teslovi akademski predniki glede na njegov študij v Gradcu s posebej označenimi Slovenci

nižje vrelišče, dodatni vpliv vlažnosti pa spet ni mogel biti tolikšen. Ne glede na to, v katerem »grmu leži zajec«, se je Rumfordu vrenje v kuhinji tako ali tako zdelo velikanska izguba, saj se v kipeči vodi kuha prav tako urno kot v oni tik pod vreliščem, seveda ob izdatno negospodarni porabi goriva.²¹ Jezen, ker mu poskus še po treh urah ni šel od rok, je napol surovo

pečenko pustil v napravi, kjer so jo presenečeni kuharji naslednji dan našli prvovrstno skuhanu.

Grof si je seveda pošteno omastil brke v tistih letih, ko se je počasi poslavljajal od samskega stanu, ki mu je zavdala nič kaj blesteča poroka z vdovo slovitega francoskega kemika Lavoisiera, med katero so v obe smeri na gosto leteli kuhinjski pripomočki brez

²¹ Nicholson. 1800. *A Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*, 3: 479; Rumford, Essay X. on the Construction of Kitchen Fire-Places, 8, 18–20

kuharskih namenov v veselje pariških firbcev. Rumfordu je bil Pariz vseeno všeč in je tam ostal do konca, njegovo domislico pa so francoski kuharji udeležili šele poldrugo stoletje pozneje.

Rumfordov postopek so pred polovico stoletja razvili v industrijski način kuhanja v vakuumski embalaži shranjenih dobrot. Izum si je pripisal Georges Pralus (* 1940) leta 1974 v restavraciji *Troisgros* lastnikov Pierra in Michela Troisgrosa v francoskem mestu Roanne. Pregnani Georges je na šefovo prigovarjanje dognal, da na Rumfordov način v vakuumu pri nizkih temperaturah skuhanja jetra pitane race ali gosi (*foie gras*) ohranijo prvoten videz, maščobo in boljše sestavo.

Novo metodo kuhanja *sous-vide* na temperaturah nižjih od Pralusovih je dodobra razvil nekoliko mlajši Bruno Goussault (* 26. 1. 1942) po letu 1970 s preizkušanjem na različnih živilih in med poučevanjem vodilnih kuharjev. Potem ko je požel slavo med Francozi je kot znanstvenik v podjetju za proizvodnjo hrane *Cuisine Solutions* v virginijski Alexandriji dognal primerne čase in temperature za kuhanje v vakuumsko zaprtih vrečkah, polnih različnih živil, kot jih uporabljamo še dandanes.

Sodobni zasvojenici kulinarike *sous-vide* imamo na voljo zrakotesne plastične posode in kuhamo več dni, navadno pa nekajkrat dlje kot pri navadni kuhi. Meso v vakuumskem ovitku kuhamo pri 55–60 °C, zelenjavi pa privoščimo za 25 °C toplejšo vodno kopel.

8 POMEN VAKUUMISTA NIKOLE TESLE ZA ZDRAVO PREHRANJEVANJE

Nikola Tesla je velik del svojega opusa posvetil primerni zdravi prehrani in poskusom, da bi nasitil lačni del prebivalstva sveta. V ta namen je poskusil preskrbeti svet z zastojno energijo z zbujanjem planetarnih resonanc, pozneje imenovanih po nemškem fiziku Winfriedu Ottu Schumanu, ki bi jih nato praznil na drugem, energije potrebnem kraju. Pod Teslovim v Mariboru nezaželenim peresom je zrasla izjemna fizikalna intuicija, ki mu je med bliskanjem nad Colorado Springsom omogočila zaslutiti resonance atmosfere Zemlje med prevodno površino in spodnjo plastjo ionosfere, ki jih je natančneje izračunal komaj Schumann po Teslovi smrti leta 1952.²²

Vakuumske resonance so v Teslovi viziji napovedale hrano za vse, dokler ga ni med gradnjo stolpa v Wardencliffu na Long Islandu »prijatelj« George Westinghouse pobaral glede lokacije števec

za obračunavanje porabnikom. Ko je skrušeni Tesla pokimal očitni resnici, da števec vakuumskim resonancam ni mogoče prilepiti, je bilo projekta – in denarnih dotokov – na mah konec.

Po drugi strani pa je bil Tesla nadvse ponosen na svojo sloko postavo in je novinarjem rad delil kuharske recepte, temelječe predvsem na zmernosti v prehrani, ob kateri se je spogledoval z vegetarijanstvom.

9 SKLEP

Kuhanje *sous-vide* varčuje z energijo in ohranja prvotni videz hrane, kar mu obeta uspešno prihodnost. Nič oziroma praznota, imenovana vakuum, tako posega v samo srž kuharske umetnosti, v katero je sprva stopila zgolj kot pripomoček za shranjevanje živil, med katerimi je vakuumsko izolirana termovka že dolgo del našega potovalnega vsakdana. Prihodnost vakuumskega pakiranja je videti rožnata, saj gre za naravi prilagojen proces shranjevanja brez vnašanja tujkov, ki žanje občudovanje še tako izbirčnega naravovarstvenika. Cena proizvodnih stroškov omejuje širšo uporabo liofilizacije,²³ vendar so tako pripravljena živila mnogo lažja oziroma manj prostorna in zatorej primerna popotnica za potovanja. Tu smo priča še enemu v nizu pripomočkov, razvitih za potrebe astronautov v prostorski stiski vesoljskih plovil, ki prodirajo v vsakdanjo rabo.

Prelaganja iz votlega v prazno so bile od nekdaj človeške sanje, ki pa so komajda z vakuumom »meso« postale. Praznega resda ni mogoče pojesti, zato pa si lahko z njegovo uporabo polnimo želodec ...

Zahvala

Za pomoč se zahvaljujem Andreju Preglju in Vincencu Nemaniču. Spis je nastal v okvirjih piščevega predavanja Vakuum za shranjevanje živil in kuhanje. Zgodovina prehrane. Zgodovina je slastna. Kulturna zgodovina hrane; 37. zborovanje Zveze zgodovinskih društev Slovenije, 22.–24. oktober 2014 pri SAZU v Ljubljani. Predavanje je bilo natisnjeno kot vezana skripta v Ljubljani pri Zvezi zgodovinskih društev Slovenije na straneh 8 in 22–23.

10 VIRI IN LITERATURA

10.1 Arhivski rokopisni viri

Fioravanti, Leonard, *Sopra la chirurgia, com la dichiarazione di molte cose necessarie la sapere, non piu scritte in modo tale ... Sine loco & anno* (NUK-R 23476, 129°–175° adligat k rokopisu Virtù del rosmarino NUK-R 338)

²² Podgornik, Vilfan, 2012, 16, 137–138, 227, 229–230

²³ www.zepter.si/MainMenu/Products/HomeArt/Vacsy/Product-Range.aspx

Terpin Philipus Studi. Theolog. Baccalaureus Vic. Gen. Lab. Constitutiones, et Index librorum et authorum bibliothecae Oberburgensis excellentissimi et reverendissimi principis episcopi Labacensis conscriptus per reverendum dominum Philippum Terpin vicarium generalem anno 1655, Gornji Grad 14. 10. 1655, *NŠAL*, Škofijski arhiv (Ljubljana). Kapiteljski arhiv, Fascikel 96

10.2 Periodika

Wochentliches Kundschaftsblatt des Herzogthum Krain. Ljubljana: Eger, 2, 1776

10.3 Splet (prevzeto 25. 4. 2014)

chrisgrande.com/2010/07/24/the-history-of-hills-brothers-coffee-and-the-vacuum-seal-mystery
www.zepter.si/MainMenu/Products/HomeArt/Vacsy/Product-Range.aspx

10.4 Tiskana literatura

Boyle, Robert, *Tractatus scripti honoratissimo Roberto Boyle nobili Anglo, e Societate Regia. Ubi I. Mira Aeris (etiam circa Calorum) rarefaction detecta. II. Observata Nova curca durationem virtutis elasticae aeris expansi. III. Experimenta nova de condensatione aeris solo frigore facta, ejusque compressione sine machinis. IV. Ejusque quantitatis aeris rarefacti & compressi mire discrepans extensio*, Genevae, 1680

E. M. R. Crummau, *Freywillig=aufgesprungener Granat=Apfel*. Grätz, 1697

Dewar, James, *The collected papers of Sir James Dewar* (ur. Lady Dewar, J. D. H. Dichson, H. M. Ross, E. C. S. Dickson). Cambridge: University Press, 1927

Guericke, Otto von, *Neue »Magdeburgische« Versuche uber den leeren Raum*. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1986

Hellyer, Marcus, *The Last of the Aristotelians: the Transformation of Jesuit Physics in Germany 1690–1773*. Disertacija. San Diego: University of California, 1998

Inka, Garcilaso de la Vega, *Kraljevski zapiski o Inkih*. Ljubljana: Sanje, 2009

Mayr, Janez Krstnik, *Catalogus Librorum qui Nundinis Labacensibus Autummalibus in Officina Libraria Joannis Baptistae Mayr*. Labaci: Mayr, 1678

Nicholson, William, *A Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*, 3, 1800, str. 479

Podgornik, Rudi; Vilfan, Andrej. 2012. *Elektromagnetno polje*. Ljubljana: DMFA

Reisp, Branko, *Janez Vajkard Valvasor*. Ljubljana: Mladinska knjiga, 1983

Reisp, Branko, *Korespondenca Janeza Vajkarda Valvasorja z Royal Society*. Ljubljana: SAZU, 1987

Rumford, Benjamin, Essay X. On the Construction of Kitchen Fire-Places and Kitchen Utensils, together with Remarks and observations relating to the various Processes of Cookery, and Proposals for improving that most useful Art. Introduction. *Essays political, economical, and philosophical*, London: Cadell and Davies, 1802

Rumford, Benjamin, Excellent Qualities of Coffee and the Art of Making it in the Highest Perfection. Essay XVIII. *Essays political, economical, and philosophical*. T Cadell and W. Davies (London). 4/18, 1812, str. 153–207

Ryff, Walther Hermann, *Kurtzs Handtbüchlin und Experiment vieler Artzneyer*, Strassburg, 1575, 1578, 1659

Soulen, Robert J., James Dewar, His Flask and Other Achievements. *Phys. Today*, 1996, 32–37

Valvasor, Janez Vajkard, *Die Ehre*, Laybach-Nürnberg, I/II, 1689

Žargi, Matija, Auerspergov knežji dvorec, *Theatrum Vitae et Mortis Humanae*, Ljubljana, 2002, 294

Žargi, Matija, Potres v Ljubljani, *Melikov zbornik*, Ljubljana, 2001, 749, 750, 754

DRUŠTVENE NOVICE

STOTO OBJAVLJENO DELO DR. STANISLAVA JUŽNIČA

Bralcem Vakuumista ni treba posebej predstavljati dr. Stanislava Južniča, saj ne izide številka brez vsaj enega njegovega prispevka. Dr. Južnič je prvi prispevek v naši reviji objavil daljnega oktobra 1993. Od tedaj do danes je bil prisoten prav v vsaki od 77 števil, kolikor jih je odtlej izšlo. V nekaterih številkah je objavil tudi več prispevkov, tako da njegov opus šteje 90 člankov s skupaj izjemnimi 719 stranmi.

Temu je treba prišteti še dve monografiji »Zgodovina raziskovanja vakuuma in vakuumskih tehnik«, ki ju je izdalo naše društvo. Prva je izšla leta 2004, drugi

del pa leta 2010. Po zaslugi dr. Južniča je zgodovina vakuuma, še posebej pa zgodovina vakuuma na slovenskem ozemlju, zelo dobro dokumentirana.

Ob 90 člankih, dveh monografijah in osmih drugih delih se dr. Južniču lepo zahvaljujem za prispevek k delu Društva za vakuumsko tehniko Slovenije.

Ob tej priliki prilagamo pregled vseh prispevkov dr. Južniča v Vakuumistu.

doc. dr. Miha Čekada
urednik Vakuumista

13 (3), oktober 1993	str. 22–26	Zgodovina vakuumске tehnike (I. del)
13 (4), december 1993	str. 25–29	Zgodovina vakuumске tehnike (II. del)
14 (1), marec 1994	str. 27–31	Zgodovina vakuumске tehnike (III. del)
14 (2), junij 1994	str. 26–30	Zgodovina vakuumске tehnike (IV. del)
14 (3), september 1994	str. 22–28	Zgodovina raziskovanja "katodnih žarkov" in (katodnega) razprševanja kovin
14 (4), december 1994	str. 20–25	Zgodovina elektronskega mikroskopa
15 (1), marec 1995	str. 29–31	Zgodovina vakuumске tehnike na Slovenskem: Šantlova vakuumска črpalka
15 (2), julij 1995	str. 17–22	Zgodovina pospeševalnikov: Od idej do prvih izvedb
15 (3), oktober 1995	str. 20–24	Rentgenska elektronika ¹
15 (4), december 1995	str. 18–23	Zgodovina tehnologije tankih plasti
16 (1), marec 1996	str. 19–24	Iznajdba in razvoj katodne elektronke in drugih vakuumskih elementov za televizijo (I. del) ²
16 (2), julij 1996	str. 15–23	Iznajdba in razvoj katodne elektronke in drugih vakuumskih elementov za televizijo (II. del) ²
16 (3), oktober 1996	str. 20–27	Termovka: odkritje in razvoj vakuumске izolacije ²
16 (4), december 1996	str. 20–24	Zgodovina raziskovanja luminiscentnih snovi (I. del)
17 (1), marec 1997	str. 23–26	Zgodovina raziskovanja luminiscentnih snovi (II. del)
17 (2), julij 1997	str. 20–25	Zgodovina raziskovanja luminiscentnih snovi (III. del)
17 (2), julij 1997	str. 26–27	Sto let elektrona ³
17 (3), oktober 1997	str. 18–25	Žarnica (I. del)
17 (4), december 1997	str. 25–30	Žarnica (II. del)
18 (1), marec 1998	str. 22–29	Petdesetletnica tranzistorja (I. del)
18 (2), junij 1998	str. 23–27	Petdesetletnica tranzistorja (II. del)
18 (3), september 1998	str. 17–25	Zgodovina raziskovanja plazme (I. del)
18 (4), december 1998	str. 23–29	Zgodovina raziskovanja plazme – magnetohidrodinamika (II. del)
19 (1), marec 1999	str. 24–29	Zgodovina raziskovanja plazme – fuzijski reaktorji (III. del)
19 (2), junij 1999	str. 20–26	O zgodovini vakuumске tehnike na Slovenskem (I. del): Slovenski vakuumisti nekoč in danes
19 (3), oktober 1999	str. 16–22	Kratka zgodovina vakuumске tehnike (Razvoj raziskovanja vakuuma in vakuumskih društev)
19 (3), oktober 1999	str. 28–33	O zgodovini vakuumске tehnike na Slovenskem (II. del)
19 (4), december 1999	str. 20–27	Radiometer in prizadevanja za popolni vakuum
20 (1), april 2000	str. 23–31	Zgodovina vakuumске metalurgije
20 (2), julij 2000	str. 16–24	Merjenje tlaka v vakuumски tehniki
20 (3/4), december 2000	str. 15–33	Zgodovina ionske implantacije
21 (1), marec 2001	str. 25–33	J.J. Thomsonovo raziskovanje "negativnih in pozitivnih žarkov" I. del: J.J. Thomsonovo raziskovanje "katodnih žarkov"
21 (2), junij 2001	str. 17–24	Vakuumски poskusi na Boškovičevem Rimskem kolegiju
21 (2), junij 2001	str. 25–29	J.J. Thomsonovo raziskovanje "negativnih in pozitivnih žarkov" II. del: Thomsonovo raziskovanje "pozitivnih žarkov" (1906-1914)
21 (3), oktober 2001	str. 14–30	Zgodovina raziskovanja tekočih kristalov 1. del: Začetki kristalografije in odkritje tekočih kristalov
21 (4), december 2001	str. 24–30	Zgodovina raziskovanja tekočih kristalov 2. del: Uveljavitev tekočih kristalov
22 (1), marec 2002	str. 19–24	Zgodovina raziskovanja tekočih kristalov (3. del)
22 (2/3), avgust 2002	str. 29–37	Zgodovina raziskovanja tekočih kristalov (4. del)

22 (2/3), avgust 2002	str. 38–39	150-letnica napršenih vakuumskih tankih plasti
22 (4), december 2002	str. 24–27	Vakuumski baloni (Ob dvestoletnici Vegove smrti)
23 (1), april 2003	str. 21–28	Prvih osemdeset let spektroskopije Augerjevih elektronov. Ob desetletnici Augerjeve smrti
23 (2/3), oktober 2003	str. 23–30	Kako je vakuum prišel na Kitajsko (Ob 300-letnici Hallersteinovega rojstva)
23 (2/3), oktober 2003	str. 31–42	Turjaški knez, prvi kranjski vakuumist (Ob 350-letnici Guerickejevega poskusa z magdeburškima polkroglama)
23 (4), december 2003	str. 15–26	Ljubljanski izumitelj Codelli (ob 50-letnici smrti)
24 (1/2), junij 2004	str. 39–46	Röntgen v Ljubljani ⁴
24 (1/2), junij 2004	str. 47–52	Vakuum v Vegovi balistiki (ob 250-letnici Vegovega rojstva)
24 (3), oktober 2004	str. 18–29	Gruber o širjenju plinov v vakuum
24 (4), december 2004	str. 24–32	Raziskovanje vakuumna na (dunajskem) fizikalnem inštitutu Jožefa Stefana (ob stopetindvajsetletnici Stefanovega zakona)
25 (1-2), junij 2005	str. 28–39	Zgodnje raziskovanje vakuumna v srednji Evropi in med Slovenci. Cauchyjeve goriške teorije vakuumna ob 60-letnica Balzera, 155-letnici Leybolda in Heraeusa
25 (1-2), junij 2005	str. 40–41	Aleš Strojnik s prvim ljubljanskim elektronskim mikroskopom (Ob deseti obletnici zaslužnega slovenskega znanstvenika) ⁵
25 (3), oktober 2005	str. 25–33	Nanocevke (ob desetletnici sinteze nanocevk MoS ₂ v Ljubljani)
25 (4), december 2005	str. 28–33	Slovenke raziskujejo z vakuumskimi tehnikami ⁶
26 (1-2), junij 2006	str. 35–38	Kopernik o vakuumu
26 (1-2), junij 2006	str. 39–46	Tesla vakuumist (ob 150-letnici rojstva)
26 (3), oktober 2006	str. 23–31	Knjige o vakuumu prvega ljubljanskega vakuumista
26 (4), december 2006	str. 19–29	Peterlinov prispevek k razvoju vakuumskih tehnik
27 (1-2), junij 2007	str. 43–52	Pospeševalniki in tanke plasti v senci (jugo)slovenske A-bombe (ob 55-letnici poimenovanja Inštituta "Jožef Stefan" dne 24. 5. 1952)
27 (3), oktober 2007	str. 23–30	Valvasor o vakuumu in tankostenskih kipih (ob 320-letnici Valvasorjeve izvolitve v londonsko Kraljevo družbo)
27 (4), december 2007	str. 23–34	Vakuum trubarjevih dni (ob 500-letnici Trubarjevega rojstva)
28 (1-2), junij 2008	str. 41–46	Proslave Peterlinove 100-letnice
28 (3), oktober 2008	str. 20–21	Osemdesetletnica televizijskega patenta Ljubljančana Codellija
28 (3), oktober 2008	str. 22–31	Prvih 800 let frančiškanskega vakuumna za Slovence (ob 800-letnici frančiškanskega reda v letu 2009)
28 (4), december 2008	str. 23–30	Kapucinski vakuum sredi 17. stoletja (ob 800-letnici frančiškanskega reda, 2. del)
29 (1-2), junij 2009	str. 37–56	Vakuum barona Zoisa (ob dvestoletnici Ilirskih provinc)
29 (3), september 2009	str. 30–42	Knjige o vakuumu iz nekdanje knjižnice cistercijanov v Stični (ob 225-letnici ukinitve samostana v Stični, ob 250-letnici Florjančičeve smrti)
29 (4), december 2009	str. 25–32	Knjige o vakuumskih poskusih na slovenskem pred katodnimi elektronkami
30 (1), april 2010	str. 20–36	Zgodnje japonske vakuumske tehnike
30 (2), julij 2010	str. 17–24	Hočvarjevi vakuumski poskusi
30 (3), september 2010	str. 17–25	Vakuum ljubljanskih frančiškanov
30 (4), november 2010	str. 29–33	Knjigi na pot
31 (1), marec 2011	str. 15–29	Vakuum razsvetljske Ljubljane v frančiškanski knjižnici
31 (2), junij 2011	str. 20–27	Prve vakuumske črpalke med Slovenci
31 (3), oktober 2011	str. 12–16	Vakuum Osredkarjevih dni
31 (3), oktober 2011	str. 17–21	Vakuumske tehnike pri jedrski magnetni resonanci Roberta Blinca (* 1933; † 2011)
31 (4), december 2011	str. 20–25	Boškovičev vakuum (ob 300-letnici rojstva slovitega Hrvata)
32 (1), marec 2012	str. 18–24	Dva vakuumu posvečena rokopisa iz poznega 17. stoletja v zbirki Univerze Oklahoma
32 (2), julij 2012	str. 16–25	Ljubljančane knjige o vakuumu v Bruslju (ob tristoletnici rojstva Janeza Karla Filipa Kobencla v Ljubljani)
32 (3), september 2012	str. 25–33	Ljubljanski vakuumski učni pripomočki po ukinitvi jezuitske družbe (Ob 240-letnici smrti prvega vodje ljubljanskega fizikalno-matematičnega kabineta, barona Bernarda Ferdinanda Erberga)
32 (4), december 2012	str. 15–27	Slovenec z vakuumskim balonom (ob 200-letnici prvega slovenskega balonarja)
33 (1), april 2013	str. 14–24	Poslednja volja prvega slovenskega letalca (Ob 190-letnici smrti Gregorja Kraškoviča)
33 (2), avgust 2013	str. 10–23	Prvi Teslovi stiki z vakuumskimi tehnikami (ob 70-letnici smrti) 1. del
33 (3), november 2013	str. 18–31	Prvi Teslovi stiki z vakuumskimi tehnikami (ob 70-letnici smrti) 2. del
33 (4), december 2013	str. 22–33	Prvi Teslovi stiki z vakuumskimi tehnikami (ob 70-letnici smrti) 3. del
34 (1), junij 2014	str. 8–18	Vakuumski merilniki Tobije Gruberja (Ob dvestoletnici obnove Družbe Jezusove leta 1814)
34 (1), junij 2014	str. 19–20	Recenzija knjige o vakuumu
34 (2), september 2014	str. 13–19	Vakuumske naprave prvega profesorja fizike na Slovenskem, ki ni bil član meniškega reda (ob 240-letnici Neumannovega rojstva)
34 (2), september 2014	str. 26–27	Recenzija knjige – Andrej Detela: Sintropija v polifaznih zibelkah, Elaphe, Ljubljana, 2014
34 (2), september 2014	str. 28–29	Prvih osemdeset let zaslužnega profesorja Janeza Strnada
34 (3), november 2014	str. 10–20	Idrijsko živo srebro za barometre in termometre (Ob 270-letnici Voltovega rojstva)
34 (4), december 2014	str. 13–21	Pomen vakuumskih tehnologij pri pripravi jedil (jubilejno stoto objavljeno delo pričujočega pisca pri DVTS)

V soavtorstvu z: ¹Andrejem Pregljem, ²Vinkom Nemaničem, ³Petrom Panjanom, ⁴Tanjo Žigon, ⁵Andrejem Paulinom, ⁶Majo Remškar

IZJEMEN DOSEŽEK DR. STANISLAVA JUŽNIČA – KITAJSKI PREVOD NJEGOVE KNJIGE O HALLERSTEINU

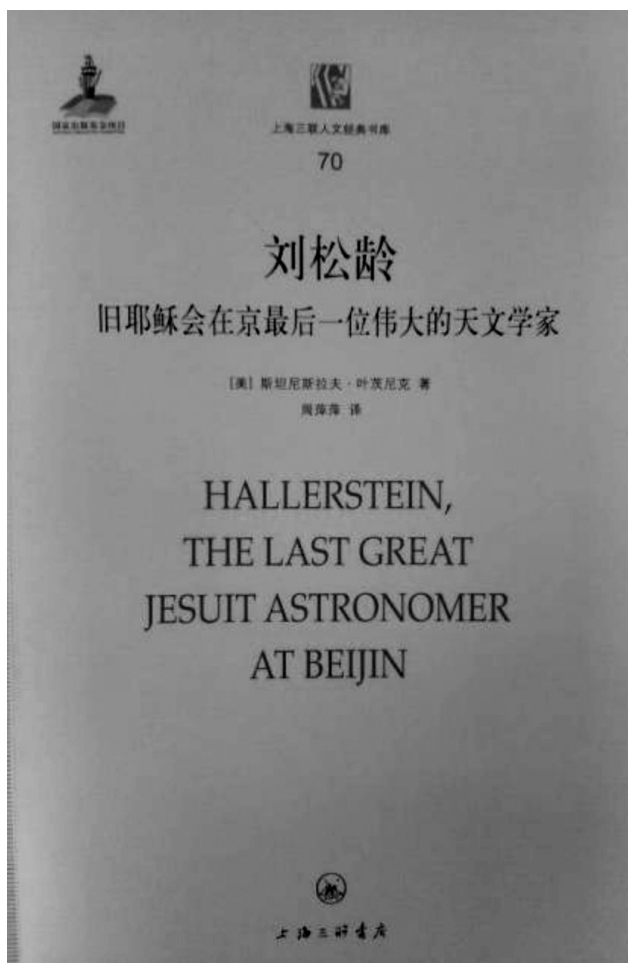
Kolega dr. Stanislav Južnič nas vedno znova prese- neča. Tokrat s kitajsko izdajo knjige o Hallersteinu. Kako mu je to uspelo? Pripovedoval mi je, da je bil pred leti povabljen na Verbiestov inštitut, ki deluje v okviru Katoliške univerze v Leuvenu (Belgija), kjer je predstavil Hallersteinovo delo. Ferdinand Verbiest, po katerem se imenuje omenjeni inštitut, je tako kot Hallerstein, vendar stoletje pred njim, deloval v Pe- kingu, kjer se je tudi ukvarjal s fizikalno-astronom- skimi raziskavami.

Dr. Južnič je na Verbiestovem inštitutu spoznal danskega knjigarja oz. tiskarja, ki je želel čim več izvedeti o Dancu Tychu Braheju. Brahejevi instru- menti z danskega otoka Ven, ki je danes pod švedsko oblastjo, so bili zaradi Brahejevega spora z novim danskim kraljem preneseni na Češko, kamor se je preselil tudi sam. Prvi knez Turjaški Janez Vajkard Auersperg, tudi obenem prvi kranjski vakuumist, je

svojemu očetu v Ljubljano poročal iz Münchna, da pri študiju uporablja Brahejeve naprave, kmalu nato pa se je za temi napravami izgubila vsaka sled.

Kolega Južnič in danski tiskar sta dognala, da se tako edina resna replika Brahejevih naprav nahaja v Pekingu v znamenitem observatoriju na prostem, ki sta ga vodila Verbiest in pozneje Hallerstein. Razprava o Verbiestu in Hallersteinu ju je pripeljala do kitajske profesorice dr. Zhou Pingping, ki je bila na omenjeni univerzi. Kolega Južnič ji je pokazal angleški prevod svoje knjige o Hallersteinu, ki je bila natisnjena v reviji Monumenta Serica (Stanislav Južnič, *Building a Bridge Between the Observatories of Petersburg and Beijing: A Study on the Jesuit Avguštín Hallerstein from Present-Day Slovenia, Celebrating the 310th Anniversary of His Birth*; Monumenta Serica. Journal of Oriental Studies, Vol. 60 (2012)). Kitajska profes- orica se je ponudila za prevajalko v kitajski jezik, kar sta gospoda z veseljem sprejela. S pomočjo kitajskih strokovnjakov za zgodovino znanosti in tehnike je dr. Pingping zahteven prevod srečno pripeljala do konca in knjiga je z naslovom: »Hallerstein the Last Great Jesuit Astronomer at Beijin« (založnik: Shanghai Sanlian Bookstore, 2014) aprila preteklega leta zagle- dala luč sveta.

Dr. Južnič je s tem kronal svoja prizadevanja pri promociji Hallersteina doma in po svetu. Prvo knjigo o Hallersteinu je izdal pri Tehniški založbi Slovenije leta 2003. Od takrat je v domačih in tujih časopisih napisal na desetine člankov, v katerih je opisal delo jezuita Hallersteina. Dr. Južnič je sodeloval tudi pri pripravi zbornika razprav s simpozija v Pekingu leta 2009 z naslovom: »A. Hallerstein - Liu Songling: the multicultural legacy of Jesuit wisdom and piety at the



Slika 1: Naslovna stran kitajske izdaje knjige dr. Južniča o Hallersteinu



Slika 2: Znamka, ki jo je Pošta Slovenije leta 2003 izdala v spomin na slavnega astronoma

Qing dynasty court« (ur. Mitja Saje, ACE KIBLA in Arhiv RS, 2009) in pri izdaji slovensko-kitajske slikanice »*Ferdinand Avguštin Hallerstein – Slovenec v prepovedanem mestu*« (Mladinska knjiga).

Avguštin Hallerstein se je rodil leta 1703 v Ljubljani v mengeški plemiški družini. Želja, da bi odpotoval v širni svet, se mu je uresničila leta 1734, ko je dobil odobritev papeža za misijonsko delo na Kitajskem. Zaradi spora med Vatikanom in Kitajsko ter na drugi strani med papežem in jezuiti je bilo njegovo misijonarsko delo zelo omejeno. To mu je omogočilo, da se je povsem posvetil znanstvenemu delu.

Baron Ferdinand Avguštin Haller von Hallerstein (njegov kitajski priimek je bil Liu Songling) je bil učenjak, fizik, matematik, misijonar, astronom, demograf, diplomat in prvi slovenski mandarin tretje stopnje (*mandarin* je bil naziv za uradnika na Kitajskem; Hallerstein je imel status predstojnika Urada za astronomijo). V Pekingu je bil 35 let vodja cesarjevega

astronomskega oddelka. Bil je zadnji v nizu velikih evropskih astronomov na kitajskem dvoru. Hallerstein, jezuit doma iz Mengša, je v Evropi zaslovel s svojimi astronomskimi znanstvenimi deli, saj je odkril komet, ki so ga kasneje poimenovali po njem. Leta 1770 je kot prvi dokumentiral opazovanje severnega sija. Njegovo znanstveno delo je bilo poznano od Londona in Pariza do St. Petersburga, kjer je postal član Peterburške akademije znanosti.

Pri nas šele v zadnjih desetletjih odkrivamo podrobnosti o njegovem življenju. Prve zapise o njem kot misijonarju najdemo v delih dr. Zmaga Šmitka iz leta 1986 in 1988. Hallersteinove znanstvene dosežke pa je javnosti prvi predstavil prav dr. Južnič.

Ni veliko Slovencev, ki bi se lahko ponašali s prevodi svojih knjig v kitajski jezik. Dr. Južniču zato iskreno čestitam in upam, da ta njegov dosežek, tako kot Hallersteinovi, na Slovenskem ne bo ostal spregledan.

dr. Peter Panjan

PREGLED KONFERENC V LETU 2015

42nd International conference on metallurgical coatings & thin films - ICMCTF 2015

20.–24. april 2015, San Diego, ZDA
 (rok za povzetek: 1. oktober 2014)
www2.avs.org/conferences/icmctf

European materials research society spring meeting – EMRS

11.–15. maj 2015, Lille, Francija
 rok za povzetek: 15. januar 2015
www.emrs-strasbourg.com

Mednarodni znanstveni sestanek Vakuumska znanost in tehnika

Hrvaško-slovensko srečanje vakuumistov
 maj/junij 2015, Slovenija
 rok za povzetek: april/maj 2015
www.dvts.si (domača stran društva)

11th Coatings science international – COSI 2015

22.–26. junij 2015, Noordwijk, Nizozemska
 (rok za povzetek: 15. december 2014)
www.coatings-science.com

The 13th international symposium on sputtering & plasma processes

8.–10. julij 2015, Kyoto, Japonska
 rok za povzetek: 19. januar 2015
issp2015.org

YUCOMAT 2015

31. avgust–4. september 2015, Hercegnovi, Črna gora
 rok za povzetek: 1. maj 2015
www.mrs-serbia.org.rs/firstannouncement15.html

The European corrosion congress – EUROCORR 2015

6.–10. september 2015, Gradec, Avstrija
 rok za povzetek: 15. januar 2015
www.eurocorr2015.org

International conference on diamond and carbon materials 2015

6.–10. september 2015, Bad Homburg, Nemčija
 rok za povzetek: 23. marec 2015
www.diamond-conference.elsevier.com

European materials research society fall meeting – EMRS

14.–18. september 2015, Varšava, Poljska
 rok za povzetek: maj/junij 2015
www.emrs-strasbourg.com

European congress and exhibition on advanced materials and processes – EUROMAT 2015

20.–24. september 2015, Varšava, Poljska
 rok za povzetek: 28. februar 2015
euromat2015.fems.eu

23. konferenca o materialih in tehnologijah

27.–30. september 2015, Portorož, Slovenija
 rok za povzetek: 12. junij 2015
icmt23.imt.si

16th European conference on applications of surface and interface analysis – ECASIA 2015

28. september–1. oktober 2015, Granada, Španija
 rok za povzetek: 15. april 2015
www.ecasia2015.com

66th Annual meeting of the International society of electrochemistry

4.–9. oktober 2015, Taipei, Tajvan
 rok za povzetek: 27. april 2015
annual66.ise-online.org

17th International conference on fusion reactor materials

11.–16. oktober 2015, Aachen, Nemčija
 rok za povzetek: 13. marec 2015
www.fz-juelich.de/conferences/ICFRM2015/EN/SharedDocs/Downloads/EN/flyer_first_announcement.pdf?__blob=publicationFile

51st International conference on microelectronics, devices and materials – MIDEM 2015

23.–25. oktober 2015, Brdo pri Kranju, Slovenija
 rok za povzetek: maj 2015
<http://www.midem-drustvo.si/conf2015>

4th European symposium on photocatalysis – JEP 2015

december 2015, Pariz, Francija
 rok za povzetek: junij 2015
www.photocatalysis-federation.eu

NAVODILA AVTORJEM PRI PRIPRAVI PRISPEVKOV

Tematsko Vakuumist obsega širše področje vakuumskih znanosti in tehnologij, fiziko in kemijo tankih plasti in površin, analitiko površin, fiziko plazme, vakuumsko metalurgijo ter zgodovino vakuumske znanosti. Vsebinsko objavljamo štiri skupine prispevkov:

- **znanstveni članki** o aktualnih raziskavah s področja vakuumske znanosti in sorodnih področij;
- **strokovni članki**, kot so predstavitev novosti v svetu, zgoščen pregled nekega področja, primeri uvajanja tehnologij v prakso ipd.;
- **praktični nasveti** reševanja konkretnih vakuumskih problemov v laboratoriju;
- **kratke novice** o društvenem dogajanju, organizaciji konferenc, predstavitve knjig ipd.

Znanstveni in strokovni prispevki so recenzirani. Če je članek sprejet (po recenzentovem in lektorjevem pregledu), avtor vrne popravljen članek uredniku Vakuumista. Prispevki morajo biti napisani v slovenskem jeziku.

Avtorji prispevka so v celoti odgovorni za vsebino objavljenega sestavka. Z objavo preidejo avtorske pravice na izdajatelja. Pri morebitnih kasnejših objavah mora biti periodična publikacija Vakuumist navedena kot vir.

VSEBINA ROKOPISA

Rokopis naj bo sestavljen iz naslednjih delov:

1. naslov članka (v slovenskem in angleškem jeziku)
 2. podatki o avtorjih (ime in priimek, institucija, naslov institucije)
 3. povzetek (v slovenskem in angleškem jeziku, 100–200 besed)
 4. ključne besede (v slovenskem in angleškem jeziku, 3–6 besed)
 5. besedilo članka v skladu s shemo IMRAD (uvod, eksperimentalne metode, rezultati in diskusija, sklepi)
 6. seznam literature
 7. morebitne tabele z nadnapisi
 8. podnapisi k slikam
 9. slike (risbe, fotografije), ki naj bodo priložene posebej
- Praktični nasveti in kratke novice so brez povzetka, ključnih besed in literature, vsebinska zasnova besedila pa ni strogo določena.

TEHNIČNE ZAHTEVE ZA ROKOPIS

- Tekst naj bo shranjen v formatu doc, docx ali rtf. Formata tex ali pdf za tekst nista primerna.
- V dokumentu naj bo čim manj avtomatskih indeksov, križnih povezav (linkov) in stilističnih posebnosti (različni font, formati, poravnave, deljenje besed). Pri oblikovanju se omejite na kaze **mastno**, *poševno*, ^{indeks} ^{potenca} in posebni znaki. Formule oblikujte bodisi tekstovno ali z urejevalnikom (npr. equation editor), lahko pa jih vključite v tekst kot slikovni objekt.
- Tekst naj bo smiselno razdeljen na poglavja in podpoglavja (detajlnejša delitev ni zelena), naslovi pa naj bodo oštevilčeni z vrstilci, npr. »2.1 Meritve tlaka«.

- Na vse literaturne vire, tabele in slike morajo biti sklici v tekstu. Vrstni red literaturnih virov, tabel in slik naj sledi vrstnemu redu prvega sklica nanje.
- Primeri sklicevanja: na literaturne vire [1], na enačbe (1), na tabele tabela 1, na slike slika 1. Vse samostojno stoječe enačbe naj bodo ob robu označene, npr. (1). Če je slika iz več delov, naj bodo posamezni deli označeni s črkami: a), b), c), č) itd., in sicer tako na sliki kot na podnapisu.
- Literaturni viri morajo biti popolni (brez okrajšav et al., ibid ...). Izogibajte se težko dostopnih virov (prospekti, seminarske naloge, neobjavljene raziskave, osebna korespondenca). Primeri pravilnih zapisov:
 - monografija: S. Južnič, Zgodovina raziskovanja vakuuma in vakuumskih tehnik, Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, Ljubljana, 2004, str. 203
 - članek v periodični publikaciji: M. Finšgar, I. Milošev, *Vakuumist*, 29 (2009) 4, 4–8
 - prispevek v zbornikih posvetovanj: Novejši razvoj trdih zaščitnih PVD-prevlek za zaščito orodij in strojnih delov, Zbornik posvetovanja Orodjarstvo, Portorož, 2003, 121–124
 - dostopno na svetovnem spletu: UK ESCA Users Group Database of Auger parameters, <http://www.uksaf.org/data/table.html>, zadnjič dostopano: 11. 2. 2010
- Tabele naj bodo oblikovno enostavne. V rokopisu naj stojijo na koncu dokumenta. Za ločevanje stolpcev uporabljajte tabulatorje (ne presledkov) ali tabelarično formo urejevalnika.
- Slike naj bodo shranjene posebej v navadnih formatih (tif, png, jpg), lahko tudi združeni v en dokument (pdf, ppt). Slik ne vstavljajte v tekstualni del rokopisa! Poskrbite za ustrezno resolucijo, še posebej pri linijskih slikah. Slike naj bodo črno-bele ali v sivih tonih, ne barvne.
- Črkovne oznake na slikah naj bodo take velikosti, da je po pomanjšavi na širino enega stolpca (7,9 cm) velikost znakov najmanj 1,2 mm. Priporočljiv je oblikovno enostaven font, npr. Arial.
- Pri pisanju veličin in enot se držite načel standarda ISO-31 (veličine pišemo poševno, enote pokončno, isto pravilo velja tudi za grške črke). Osi grafov in vodilne vrstice tabel pišemo v obliki *veličina*/enota, npr. *m/kg*.

UREDNIŠTVO

Rokopise pošljite na naslov miha.cekada@ijs.si. Kontaktni podatki uredništva so:

doc. dr. Miha Čekada
glavni in odgovorni urednik Vakuumista
Institut »Jožef Stefan«
Jamova 39
1000 Ljubljana

e-pošta: miha.cekada@ijs.si

tel.: (01) 477 38 29

faks: (01) 251 93 85