

DK 620.192.3:534.321.9

Ultra zvok pri preskušanju kovin

POLDE LESKOVAR

(Nadaljevanje in konec)

7. Sposobnost različnih materialov za preskušanje z ultra zvokom

V zadnjem poglavju obdelani načini preskušanja se nanašajo bolj na obliko predmeta kakor pa na material, iz katerega je predmet narejen. V naslednjem si bomo ogledali nekaj materialov, ki jih v strojništvu največ uporabljamo, vendar niso vsi enako sposobni za preskušanje z ultra zvokom.

7.1. Jeklo

Jeklo je zelo ugoden material za preskušanje z ultra zvokom. Razlike v hitrosti razširjanja zvoka v jeklu so pri različnih vrstah jekla (legirana in nelegirana jekla) zelo majhne in znašajo samo okrog 5%. Razlike v hitrosti razširjanja transversalnih valov, ki so smiselno enaki kakor pri longitudinalnih valovih, so tudi pri različnih vpadnih kotih. Vendar so tudi te razlike le neznatne. Tako znaša npr. pri vpadnem kotu 70° razlika okrog 1 do 1,5%, kar pa nima bistvenega vpliva na normalna preskušanja.

Toplotna obdelava jekla, npr. kaljenje, žarjenje in poboljšanje lahko bolj vpliva na hitrosti razširjanja ultra zvoka. Pri jeklih, ki so kaljena, se hitrost ultra zvoka manjša.

Pri tanki pločevini preskušamo tako, da premikamo ultra zvočno glavo v cikcakasti smeri po pločevini. Pri tem lahko nastajajo težave zlasti pri izredno natančnem preskušanju, saj je hitrost ultra zvoka v smeri valjanja drugačna kakor pa v smeri, ki je pravokotna na to smer. Posledica tega je, da je pri preskušanju optimalen vpadni kot ultra zvoka v smeri valjanja drugačen kakor /pa v prečni smeri.

Pri jeklih, ki so valjana in kovana, je prehod ultra zvoka zelo dober. Nekatera jekla nagibajo h grobi zrnatosti in lahko zaradi tega od enega do drugega mesta v predmetu nastajajo velike razlike, ki povzročajo motnje pri prehodu (razprševanju) ali odboju ultra zvoka. Tako se lahko pojavljajo časovno zaostali odboji, ki motijo sliko na zaslonu.

7.2. Jeklena litina

Preskušanje vseh vrst litin z ultra zvokom je težje kakor preskušanje jekla. O odstopanjih hitrosti pri razširjanju ultra zvoka v jekleni litini je še malo znano. Slabljenje ultra zvoka v nelegirani in malo legirani jekleni litini je za frekvence od 1 do 2 MHz navadno tako majhno, da lahko preskušamo tudi do 1 m debele ulitke. Močno legirano litino je zaradi grobe zrnatosti znatno težje preskušati, manganovo trdo jeklo pa se sploh ne da.

Pri vseh kovinah ali njihovih zlitinah v litem stanju gre en del slabljenja na račun majhnih lun-kerjev in nečistoč v ulitku, ni pa odvisno samo od

litine in njene strukture. Zaradi tega je pri čistih litinah preskušanje z ultra zvokom tudi lažje.

7.3. Siva litina

Kadar preskušamo sivo litino z ultra zvokom, je učinek takega preskušanja odvisen od sestave litine, livarskih pogojev in s tem tudi od njene strukture. Zaradi tega je hitrost razširjanja zvoka po sivi litini zelo različna.

Po obliki ogljika — grafita, ki je izločen v sivi litini, razlikujemo v glavnem lamelasto sivo litino (ima izločen grafit v lamelasti obliki), in nodularno sivo litino (ima izločen grafit v obliki kroglic).

Pri lamelasti sivi litini ocenjujemo dolžine lamel (grafitnih lističev) s števili od 1 do 8, ki ustrezajo dolžinam od 1 mm do manj od 0,015 mm. Tako ocenjevanje je seveda mogoče na brušeni ploskvi pod mikroskopom. Pri merjenju hitrosti longitudinalnega valovanja v sivi litini je bilo dokazano, da je hitrost predvsem odvisna od velikosti in množine grafitnih lamel v njej. Z manjšanjem grafitnih lamel se povečuje hitrost longitudinalnih valov in se pri manjši množini in velikosti približuje hitrosti v jeklu. Tudi hitrosti transversalnega valovanja so v sivi litini odvisne od velikosti in množine grafitnih lamel. Tako lahko ugotovimo, da hitrost transversalnega valovanja linearno sledi hitrosti longitudinalnega valovanja. Poskusi so nadalje dokazali tudi, da je hitrost zvočnega valovanja v sivi litini v zvezi s trdnostjo in slednjič tudi s trdoto. Hitrost se z naraščajočo trdnostjo povečuje. Tako lahko pridemo do sklepa, da lažje preskušamo z ultra zvokom bolj kvalitetne sive litine, tj. take, ki imajo čim manjše grafitne lističe oziroma čim večjo trdnost.

Pri ulitkih iz sive litine je zelo pomembno merjenje debeline sten, zlasti na mestih, ki niso lahko dostopna. V takih primerih se v zadnjem času zatekamo k ultra zvoku. Omenili smo že preskuse pri trdki MAN, ki uporablja merjenje debeline sten valjev in hladilnih kanalov pri Dieslovih motorjih.

Nodularna siva litina ustvarja znatno ugodnejše razmere pri preskušanju z ultra zvokom. Kakor smo že popisali, je pri nodularni sivi litini grafit v kroglasti obliki in tako ne slabi tolikan hitrosti razširjanja zvoka v njej. Zaradi tega tako sivo litino tudi lažje preskušamo z ultra zvočnimi postopki.

Posebne vrste litine je tudi bela litina, ki jo dobivamo s hitrim ohlajanjem. Taka litina je zelo trda in krhka. Ultra zvok se razširja v njej s hitrostjo, ki je le malo manjša kakor pri jeklu. Tudi slabljenje ultra zvočnih valov je zaradi njene fine strukture znatno manjše kakor pri sivi litini in jo lahko primerjamo z jekleno litino. To lastnost

izrabljamo pri litini s trdo skorjo, npr. pri valjih za valjanje jekla je zelo velikega pomena, da se litina v notranjosti ne strjuje belo. To lahko zelo preprosto doganjamo po pravkar opisanih lastnostih bele litine z ultra zvokom in take valje izključujemo iz nadaljnje obdelave kot izmeček.

7.4. Lahke kovine

Pri aluminiju in magneziju kakor tudi pri njunih zlitinah je anizotropija (to je pojav v kristalni rešetki, da ima kristal v različnih smereh različne lastnosti) tako majhna, da velikost strukture nima praktično nobenega večjega vpliva na možnosti za preskušanja z ultra zvokom. Zategadelj lahko z ultra zvokom preskušamo tudi surovce pri iztiskavanju, ki imajo izrazito grobo strukturo. Zaradi tega lahko — nasprotno kakor pri jeklu — začnemo preskušati — zlasti pri zelo vrednih zlitinah lahkih kovin — že v ingotih. V prečnih in vzdolžnih smereh zadevamo lahko na različne napake kakor so razpoke v notranjosti, lunke, vključki žilindre ipd. Pri takem preskušanju uporabljamo navadno ultra zvok s frekvenco od 1...2 MHz.

Težje je preskušanje z ultra zvokom pri oblikovanih predmetih iz lahkih kovin. Pri njih se pogostoma pojavljajo močne izceje, ki lahko povzročajo že pri neznatnih obremenitvah zlome. Teh izcej ni mogoče ugotavljati z ultra zvokom frekvence do 5 MHz. Se le pri frekvencah od 10 do 25 MHz se pokaže napaka, toda tudi takrat vidna v velikosti, ki ustreza luknji s premerom 1 mm. Zaradi tega jemljemo za iskanje takih napak v notranjosti predmetov višje frekvence.

Zlitine lahkih kovin s težkimi kovinami se obnašajo posebno v litem stanju zelo različno. Hkrati je tudi od načina litja odvisna njihova sposobnost za preskušanje.

Zlitine lahkih kovin, ki so primerne za iztiskavanje in valjanje, in tudi take, ki vsebujejo določen odstotek bakra in mangana, lahko preskušamo s frekvenco ultra zvoka okrog 2 MHz. Zlitine, ki se dajo toplotno utrjevati, pa tudi pri frekvenci 1 MHz zelo težko prepuščajo ultra zvok — npr. zlitina Al-Cu-Ti, če je lita v peščene forme. Iz obeh primerov izhaja, da je pri zlitinah lahkih kovin, ki so legirane s težkimi kovinami, sposobnost za preskušanje z ultra zvokom zelo različna. Njihova kemična sestava in kristalna struktura imata velik vpliv na hitrosti pri razširjanju ultra zvoka.

7.5. Ostale neželezne kovine

Baker in njegove zlitine kakor so npr. med in broni, se zlasti v liti obliki le težko preskušajo z ultra zvokom. S toplotno obdelavo, pri kateri odpravljamo notranje napetosti (pri temperaturi nekaj pod temperaturo rekristalizacije), lahko zboljšujemo propustnost ultra zvoka toliko, da lahko ugotavljamo večje napake. Znatno boljše je pre-

skušanje pri surovcih, če smo jih predhodno valjali (v takih primerih puščamo surovec enkrat skozi valjarski stroj). Iz tega izhaja, da se dajo z ultra zvokom bolje preskušati valjanci, npr. pločevina, razni profili ipd.

Tudi prešance iz bakra lahko preskušamo, enako tudi zvarne spoje večjih profilov. Pri tem uporabljamo frekvence okrog 2 MHz.

Nikelj in njegove zlitine s kromom, aluminijem in titanom se dajo pri preoblikovani fino kristalni strukturi dobro preskušati z ultra zvokom (glej preskušanje turbinskih lopatic). Težje je preskušanje grobe strukture.

Cink in njegove zlitine se zaradi grobe strukture ne dajo dobro preskušati z ultra zvokom. Ulitki iz cinka in njihovih zlitin so po navadi tudi zelo zapleteni po oblikah, kar še dodatno otežuje preskušanje.

Svinec prav tako težko preskušamo z ultra zvokom. V tehničnih zlitinah, npr. z antimonom, je trši in zaradi tega bolje prepušča ultra zvok. V dvostenskih ploščah iz jekla ga uporabljamo za varovanje proti sevanju v reaktorjih. V takih primerih preskušamo z ultra zvokom večje lunke in napake v njem. Za to so primerne frekvence okrog 1 MHz.

Zlato, srebro in platina se dajo v valjani obliki s frekvenco 5 MHz dobro preskušati. Kako se obnašajo žlahtne kovine v litem stanju, ni znano.

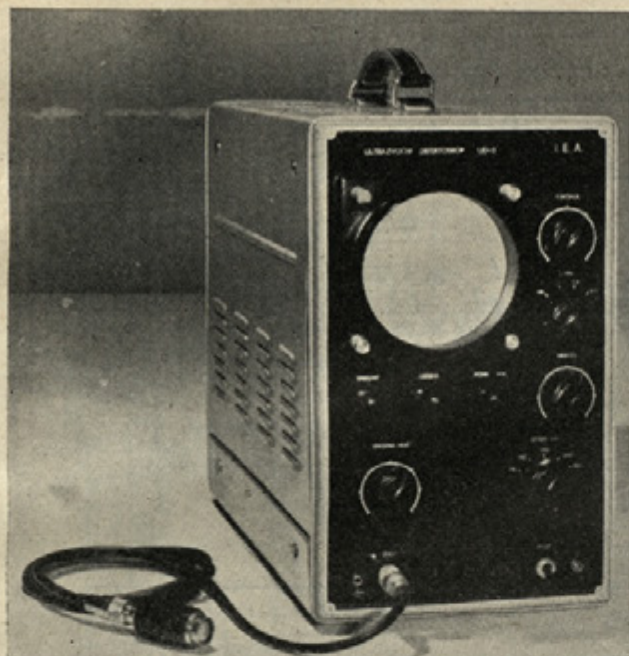
7.6. Sintrane karbidne trdine in ostale sintrane kovine

Sintrane karbidne trdine, ki so sestavljene iz volframa in kobalta z dodatki še drugih karbidov kakor so karbidi titana in tantalata, se dajo dobro preskušati z ultra zvokom. V sintranih predmetih nastajajo včasih razpoke, ki jih lahko dobro odkrivamo z majhnimi ultra zvočnimi glavami in visokimi frekvencami. Hitrost ultra zvoka v sintranih kovinah je zelo različna in odvisna od poroznosti predmeta in izhodiščnega materiala (predvsem zrnatosti in oblike kristalnih zrn). Zato lahko sklepamo na poroznost samo v seriji med enakimi predmeti.

Ostale sintrane kovine so za preskušanje z ultra zvokom zelo različne. Njihove lastnosti so predvsem odvisne od stopnje sintranja. Sintrani aluminij se da preskušati z ultra zvokom podobno kakor navadni aluminij. Tudi sintrano železo lahko preskušamo z ultra zvokom. Nikelj, ki ga dobimo po kondenzacijskem postopku (karbonilni nikelj), pa zaradi velike poroznosti le težko preskušamo z ultra zvokom.

7.7. Nekovinski materiali

Tudi druge vrste gradiv nekovinske narave kakor so porcelan, steklo, guma, usnje, les, beton ipd. preskušamo bolj ali manj uspešno z ultra zvokom. Pri različnih materialih uporabljamo po-



Sl. 25. Ultra zvočna naprava, izdelana doma — v Inštitutu za elektroniko in avtomatizacijo v Ljubljani

sebnih postopke, ki pa so včasih bolj zapleteni kakor pri kovinah in njihovih zlitinah. Tako preskušamo npr. porcelan s frekvencami 2 do 5 MHz. Tudi ostala keramika se da dobro preskušati z ultra zvokom. Enako velja za umetne snovi na osnovi poliamidov v različnih oblikah, npr. okrogle palice, ki se dajo preskušati z ultra zvokom, pa tudi poliakrilno steklo, različne smole in umetne mase lahko preskušamo z njim. Za to uporabljamo frekvence okrog 1 MHz. Naravno gumo brez polnil preskušamo s frekvenco do 2 MHz, gumo pa, v kateri so polnila, kakor so saje ipd., s frekvenco pod 1 MHz.

H kraju lahko zapišemo zaključno misel, da je ultra zvok v teh nekaj letih po drugi svetovni

vojni učakal silen razmah. Zdaj ultra zvoka ne uporabljamo samo za preskušanje, temveč tudi v različne druge namene, kar smo poudarili že v začetku. Tudi moderna medicina in biologija se že zatekajo k njemu. Za različne uporabe so seveda potrebne tudi različne naprave. Seznanili smo se z različnimi ultra zvočnimi glavami in različnimi načini povzročanja ultra zvoka. Naprave, ki jih uporabljamo za preskušanje, so prirejene za razne postopke in načine oziroma tudi za različne predmete. Dandanes je že več raznih vrst, ki se pečejo z izdelavo najrazličnejših aparatov za preskušanje z ultra zvokom. Tudi inštitut za elektroniko in avtomatizacijo v Ljubljani je izdelal ultra zvočno napravo, ki jo lahko s pridom uporabljamo za preskušanje raznovrstnih predmetov (sl. 25).

Literatura:

- Hanke, E.: Prüfung metallischer Werkstoffe, II. del, 2. izdaja. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1960.
- Herforth, L. — Winter H.: Ultraschall, B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1958.
- Matauschek J.: Einführung in die Ultraschalltechnik, VEB Verlag Technik, Berlin 1957.
- Siebel, E. — Ludwig N.: Handbuch der Werkstoffprüfung, 1. del, 2. izdaja, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1958.
- Stüdemann, H.: Werkstoffprüfung und Fehlerkontrolle in der Metallindustrie, Carl Hanser Verlag, München, 1962.
- Warren, J. — MC Gonnagle: Non destructive Testing, Mc. Graw-Hill Book Company, inc. New York-Toronto-London, 1961.
- Kopineck, H. — Sommerkorn G.: Zur Physik der Ultraschallprüfung von Feinblechen mit künstlichen und natürlichen Fehlern, Materialprüfung 6, stran 196—200, 1964.
- Meyer, H. J.: Ultraschallwanddichtemessung an Grauguss-Laufbüchsen von Fahrzeug-Dieselmotoren, Materialprüfung, stran 293—297, 1964.

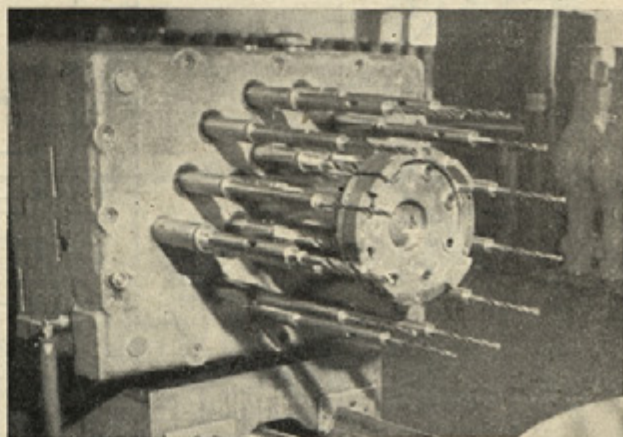
Avtorjev naslov: doc. ing. Polde Leskovar,
Fakulteta za strojništvo
v Ljubljani

IZ PRAKSE ZA PRAKSO

DK 62.002.2

OBLIKOVANJE TIPSkih KONSTRUKCIJ

Prizadevanja pri konstruiranju obdelovalnih strojev, da bi uporabljali čimveč sestavljenih sklopov, so se v vseh pogledih obnesla, saj je dandanes to že splošno pravilo. Stroške pri projektiranju lahko zmanjšujemo s smotnim snovanjem novih tipov. Pri tem je treba uporabljati čimveč že standardiziranih sestavnih delov in sklopov. Vzlic temu pa zadevamo v praksi — glede na gornje zahteve — včasih na velike težave. S težavami in ovirami se je treba že ubadati pri konstruiranju vrtnih glav* s konstantno vrtno sliko. Vrtna vretena v glavi morajo biti razvrščena natančno po zahtevah na obdelovancu. Nadalje je treba upoštevati tudi različne premere lukenj. Pri konstantni rezalni hitrosti za ustrezen obdelovani material morajo imeti gredi različne vrtilne hitrosti. V okrovu pa mora biti tudi dovolj prostora za vpenjalne valje (pnevm-



Slika 1

* V knjigi P. Puhar: Tehnologija odrezavanja, je termin vrtna glava orodje (podobno topovskemu svedru, vendar z dvema rezalnima robovoma).