

Lastnosti aluminija Al 99,7 za izdelavo tub z udarnim brizganjem

Characteristics of Aluminium Al 99,7 for Tube Production with the Impact Extrusion

T. Vasevska¹, IMPOL, Slovenska Bistrica

Prejem rokopisa - received: 1996-10-04; sprejem za objavo - accepted for publication: 1996-11-22

Proizvajalci embalaže predelujejo aluminij v obliko znotraj zaščitene stisljive tube. Ti izdelki zahtevajo od materiala določene lastnosti pri proizvodnji, polnjenju in praznjenju embalaže. Rezultati skupne raziskave kažejo, da lahko z ustreznimi tehnološkimi spremembami odpravimo nekatere težave.

Ključne besede: rondica, udarno brizganje, znotraj zaščitene stisljive tube, odbojna trdota, stopnja odžarjenosti, natezna trdnost, meja plastičnosti, raztezek

The producers of packaging transform aluminium to internally varnished collapsible tubes. The material for these products must have required characteristics during the production, the filling and discharging of packaging. The results of the investigation show how to eliminate some difficulties by means of adequate technological changes.

Key words: slug, impact extrusion, internally varnished collapsible tubes, repulsive hardness, annealing level, tensile strength, yield strength, elongation

1 Uvod

V Impolu izdelujejo rondice, namenjene za predelavo z udarnim brizganjem, iz aluminija in njegovih zlitin s sekanjem pločevine ali žaganjem palic. Princip te obdelave je, da se pod vplivom velikega dinamičnega pritiska pri temperaturi okolja z enim delovnim hodom vlečnega trna izvrši plastično tečenje materiala^{1,2}. Izbira materiala in oblika rondic sta različni za prehrabno, kozmetično, farmacevtsko, kemično, elektro in vojaško industrijo ter odvisni od oblike končnega izdelka. Težave, s katerimi so se srečali strojniki pri izdelavi in polnjenju stisljivih znotraj zaščiteneh tub iz aluminija Al99,7, so vzpodbudile skupne raziskave.

2 Potek raziskave

Rondice, namenjene za izdelavo tub, lahko pripravimo iz litega ali toplo valjanega traku. Za to raziskavo smo pripravili vzorce iz toplo valjanega traku, ki so bili izdelani po različnih tehnoloških poteh. Material smo spremljali od litja do polnjenja tub v vseh fazah predelave in obdelave s kemijsko, mehansko in metalografsko metodo. V tem delu bodo prikazani rezultati preizkusne izdelave tub.

Zahteve kupca: sekane rondice z luknjo³ po DIN 59604; zunanji ϕ (mm) x debelina rondice (mm) x notranji ϕ luknje (mm); aluminij Al99,7; HB približno 21; vibrirana površina.

Izdelane so bile valjaste tube¹⁰ ϕ 28/145 mm s prostornino 62 ml. Pri tem je bila potrebna 97% deformacija

Tabela 1: Kemična sestava aluminija Al99,7

Table 1: Chemical composition of aluminium Al99,7

Standard	Kemijski elementi (mas.%)							
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	neč.
Din 1712	0,2	0,25	0,03	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03
Al99,7	skupno največ 0,3							

materiala. Napetosti, nastale pri hladni obdelavi, so bile popuščene z žarjenjem. Stopnja odžarjenosti in odbojna trdota plašča tub smo merili po metodi "giljotine" z gibljivo padalno ploščo, predpisano s standardom⁴ BS 2006: 1984* (slika 2).

Na sliki 3 so prikazane mehanske lastnosti materiala za različno stopnjo odžarjenosti hladno brizganih tub za obe tehnologiji predelanih rondic.

V nadaljnji izdelavi so bile te tube še znotraj zaščitene in lakirane ter potiskane.

Rezultati mehanskih lastnosti odžarjenih, znotraj zaščiteneh tub so prikazani na sliki 4, ter nadaljnjo zunanje lakiranih in potiskanih tub na sliki 5 za različno odbojno trdoto plašča.

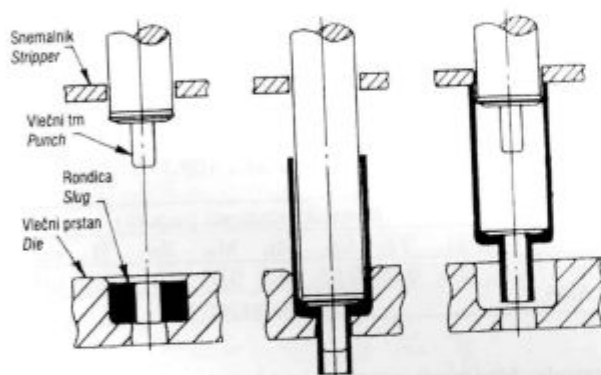
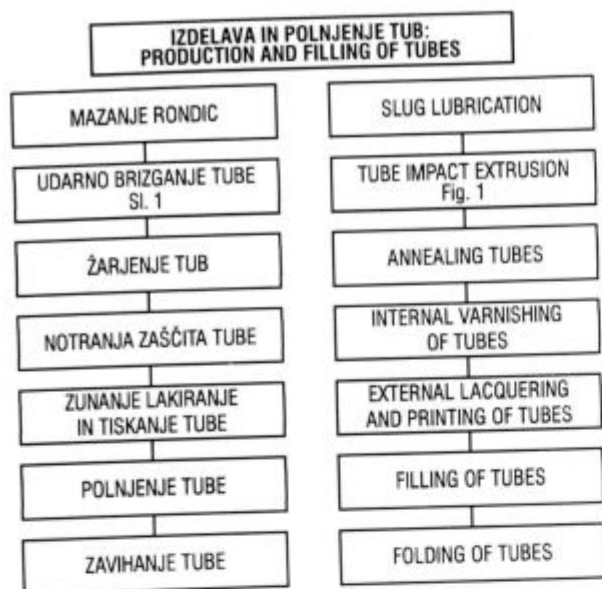
3 Diskusija

Rezultati (slika 3) so pokazali, da tehnologija izdelave rondic vpliva na končne mehanske in tehnološke lastnosti odžarjenih tub, izdelanih z udarnim brizganjem.

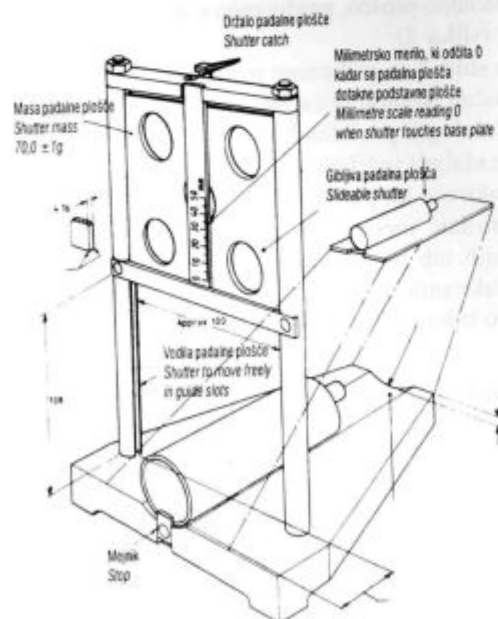
Analize so pokazale, da je največ težav tam, kjer $R_{p0,2}$ žarjenih tub pade pod 35 N/mm², ne glede na velikost R_m . Pomembnost materiala se je pokazala tudi pri tem, da so imele vse tube debelino plašča od 90 - 100 μ m, vendar niso bile "mehke", kar ima zelo velik vpliv

¹ Trajanka VASEVSKA, dipl.inž.
Impol, Partizanska ul. 39
2310 Slovenska Bistrica

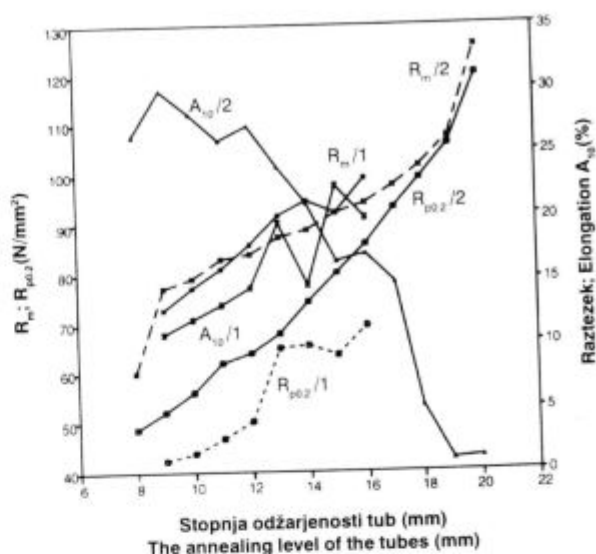
* Z majhnim odstopanjem je ta problematika obravnavana tudi v DIN-u^{5,6,7}



Slika 1: Orodje in tečenje kovine pri udarnem brizganju tube
Figure 1: Tools and the metal flow of the impact extrusion tube

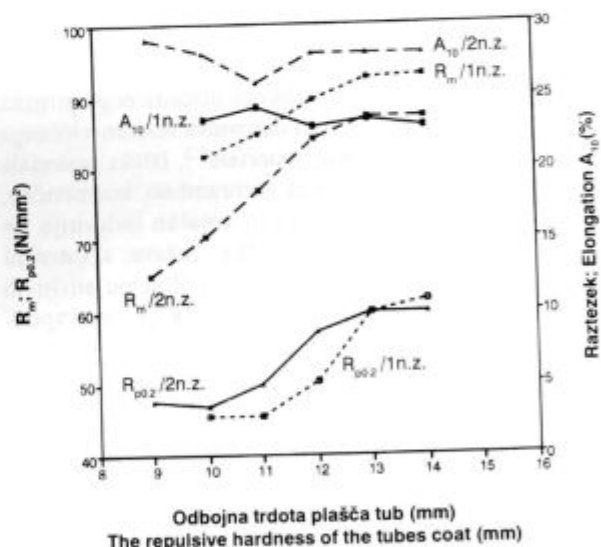


Slika 2: Naprave za preskus stopnje odžarjenosti in odbojno trdoto plašča tube po BS 2006, 1984
Figure 2: Apparatus for testing the annealing level and the repulsive hardness of the tube coat - BS 2006, 1984



Slika 3: Sprememba natezne trdnosti R_m , meje plastičnosti $R_{p0.2}$ in raztežka A_{10} v odvisnosti od stopnje odžarjenosti hladno brizganih aluminijevskih tub, izdelanih iz žarjenih rondic Al99,7 po dveh različnih tehnologijah (/1/2)

Figure 3: Change of tensile strength R_m , yield strength $R_{p0.2}$ and elongation A_{10} , dependence of the annealing level of cold impact extruded aluminium tubes, manufactured from annealed slugs processed by two different technologies (/1/2)

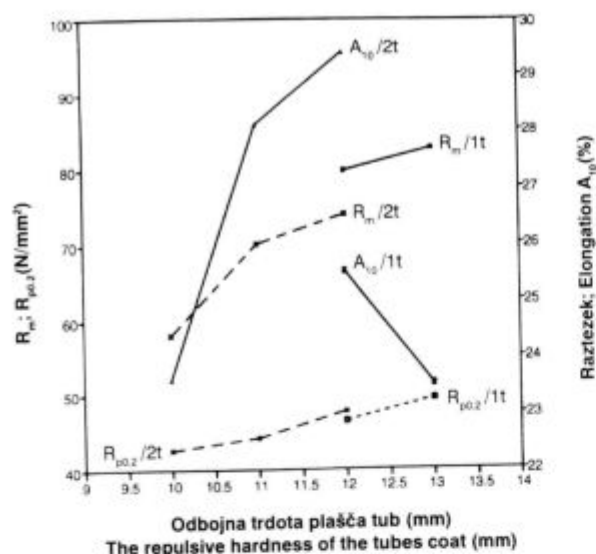


Slika 4: Vpliv notranjega zaščitnega plašča na natezno trdnost R_m , mejo plastičnosti $R_{p0.2}$, raztezek A_{10} in odbojno trdoto plašča tub pri nadaljnji predelavi odžarjenih aluminijevskih tub, izdelanih iz rondic Al99,7 po dveh različnih tehnologijah (/1n.z./2n.z.)

Figure 4: Influence of the internal varnishing coat on tensile strength R_m , yield strength $R_{p0.2}$, elongation A_{10} and the repulsive hardness of the tube coat at the further treatment of the annealed aluminium tubes, manufactured from annealed slugs Al99,7 processed by two different technologies (/1n.z./2n.z.)

na odbojno trdoto plašča. Velikost raztežka vpliva na "iztisljivost" tub, ki se izkazuje kot dobro ali slabo praznjenje njihove vsebine.

Velikost meje plastičnosti $R_{p0.2}$ ima najpomembnejšo vlogo pri pojavu "mehko-trde" tube. "Efekt vzmetnosti"



Slika 5: Vpliv zunanjega laka in tiska na natezno trdnost R_m , mejo plastičnosti $R_{p0.2}$, raztezek A_{10} in odbojno trdoto plašča tub pri nadaljnji predelavi odžarjenih, znotraj zaščiteneh aluminijških tub, izdelanih iz žarjenih rondic Al99,7, po dveh različnih tehnologijah (1t/2t)

Figure 5: Influence of the external lacquer and print on tensile strength R_m , yield strength $R_{p0.2}$, elongation A_{10} and the repulsive hardness of the tube coat at the further treatment of the annealed, internally varnished aluminium tubes, manufactured from annealed slugs Al99,7 processed by two different technologies (1t/2t)

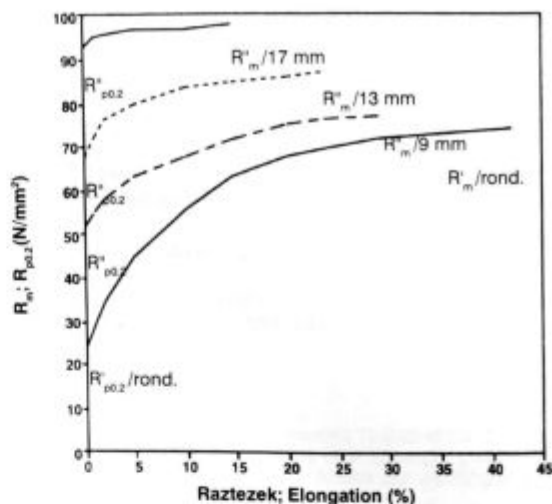
se pojavlja, kadar je $R_{p0.2} > 80$ N/mm² in kadar je majhna razlika $R_m - R_{p0.2}$ N/mm².

Na sliki 6 je prikazano, kako se z žarjenjem do določene odbojne trdote plašča tub spremenijo $R_{p0.2}$, R_m in A_{10} v odvisnosti od hitrosti popuščanja napetosti, ki so nastale pri hladni predelavi. Kot posledica hladne predelave po žarjenju je zvišanje meje plastičnosti in natezne trdnosti ter zmanjšanje duktilnosti materiala v primerjavi z vhodnim mehkožarjenim materialom.

Zvišanje meje elastične deformacije in natezne trdnosti, ter zmanjšanje duktilnosti⁸ ogljikovega jekla v odvisnosti od načina izvajanja hladne predelave je opisal Bauschinger⁹.

Iz slik 4 in 5 je razvidno, da notranja in zunanja zaščita "zameglita" rezultate mehanskih in tehnoloških lastnosti tube. S tem se izgubi resnična slika sprememb v materialu. Izdelava tub se odvija z najmanjšo hitrostjo od 85 tub/minuto in je zato zelo pomembno, da se čim hitreje nastavijo proizvodni parametri. V polnilnicah se odstopanje v odbojni trdoti tub in "efekt vzmetnosti" pokažejo v obliki zmečkanih ali slabo zaviranih tub.

Iz obeh vrst rondic so bile izdelane odžarjene, znotraj zaščitene in zunanje lakirane potiskane tube, ki so imele odbojno trdoto plašča od 12 do 13 mm za tehnologijo 1 in od 10,5 do 11,5 mm za tehnologijo 2. Tube obeh kakovosti so se brez težav polnile in zavirale v polnilnicah.



Slika 6: Vpliv hitrosti popuščanja napetosti v tubah, izdelanih iz rondic po tehnologiji 2, izražene kot stopnja odžarjenosti tub (/mm), na spremembo meje plastičnosti $R_{p0.2}$ in natezne trdnosti R_m ter zmanjšanje duktilnosti A_{10} na 97% deformirani aluminij Al99,7

Figure 6: Influence of the strain speed relieve in the tempering of tubes after cold impact extruding expressed as annealing level tubes (/mm) on the change of the yield strength $R_{p0.2}$ and tensile strength R_m and elongation A_{10} of 97% deformed aluminium Al99,7 manufactured by the process 2

4 Sklep

Za opredelitev vpliva tehnologije metalurške predelave rondic iz aluminija Al99,7 na potek proizvodnje in na kakovost izdelkov pri udarnem brizganju, so bile izdelane tube, namenjene za embalaranje vsebine, ki ne sme priti v stik z aluminijem. Težave se pojavljajo najbolj pogosto pri njihovi izdelavi in polnjenju.

Analize so pokazale, da se mora material, ki je namenjen za obdelavo z udarnim brizganjem posebej tehnološko predelati, če želimo doseči nemoteno proizvodnjo zahtevnejših izdelkov.

Osvojena tehnologija predelave rondic zadošča za izdelavo kakovostno manj zahtevnih tub, kjer se lahko težave pri njihovi izdelavi omilijo ali v celoti odstranijo s spremembo nekaterih proizvodnih parametrov.

Začetne tehnološke predpostavke pri raziskavi so dale pozitivne rezultate. S tem so se odprle možnosti za bolj natančne nadaljnje raziskave metalurških predelav rondic iz aluminija in njegovih zlitin.

5 Literatura

- ¹ Kent R. Van Horn, *Aluminium*; Vol. III Fabrication and Finishing; ASM International Metals Park, Ohio, USA 1967, 113-132
- ² B. Musafija, *Obrada metala plastičnom deformacijom*; 4. izdanje; Svetlost, Sarajevo, 1979, 526-548
- ³ *DIN-Taschenbuch*; Nichteisenmetalle 2, Aluminium, Aluminiumlegierungen; 5. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin-Köln, 1987
- ⁴ DIN 59 604, Butzen aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen zum Fließpressen
- ⁵ DIN 1712 (Teil 3), Aluminium, Halbzeug
- ⁶ BS 2006, 1984, British Standard Specification for Aluminium collapsible tubes

T. Vasevska: Lastnosti aluminija Al99,7, ki je namenjen ...

⁵ DIN 55 436 - Aluminiumtuben; Teil 1 Bestimmung der Materialdicke des Tubenmantels, august 1983; Teil 2 Bestimmung der Verformbarkeit des Tubenmantels, juli 1990; Teil 5 Bestimmung der Dicke der Innenschutzlackierung, august 1983; Teil 6 Bestimmung der Haftfestigkeit von Innen- und Außenschutzlackierungen, april 1985

⁶ DIN 55 542, Bestimmungen des Volumens für Packmittel; Teil 2 zylindrische Tuben, juli 1985; Teil 4 konische Tuben, juni 1990

⁷ DIN 55 435, Aluminium- und Kunststofftuben; Teil 1 Luftdichtheit des Verschlusses der Tubenhalsöffnung, august 1983

⁸ B. Božić, Fizička metalurgija; Naučna knjiga, Beograd, 1964, 270

⁹ Č. Petrovič, Tehnologija elektrotehničkog materijala; Deo 1, Strukture i mehaničke osobine; Naučna knjiga, Beograd, 1970, 178-190

¹⁰ Proizvodni program, TUBA embalaža, d.d., Ljubljana