

**LEGURE ALUMINIJUMA SERIJE 8xxx
NAMIJENJENE ZA VALJANJE FOLIJE**

**ALUMINIUM ALLOYS TYPE 8xxx INTENDED
FOR ROLLING FOILS**

M. MIŠOVIĆ* K. DELJIĆ* D. MILIĆ** S. FATIĆ**

**Metalurško-tehnološki fakultet Podgorica*

***Kombinat aluminijuma Podgorica*

Primljeno: 25. 04. 2003.

IZVOD

U radu su prikazani osnovni podaci o legurama serije 8xxx, koje su namijenjene za proizvodnju limova, traka i folija. Razmatran je aspekt čvrstoće i plastičnosti, na osnovu kojih je izvršen izbor legura koje mogu da zadovolje široku oblast zahtijevanih karakteristika sa svim hemijskim sastavima metala koji mogu biti ponuđeni iz elektrolize.

Ključne reči: valjanje folije, legure aluminijuma serije 8xxx, čvrstoća, plastičnost

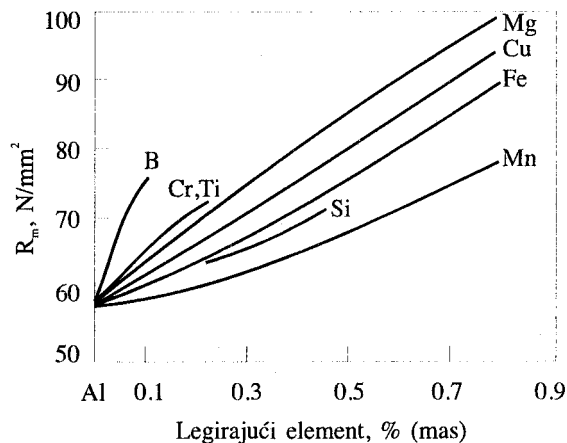
ABSTRACT

Wrought 8xxx type aluminium alloys considered. Their mechanical properties and the basic relations to structure features or processing conditions presented in order to improve the selection criteria for certain applications.

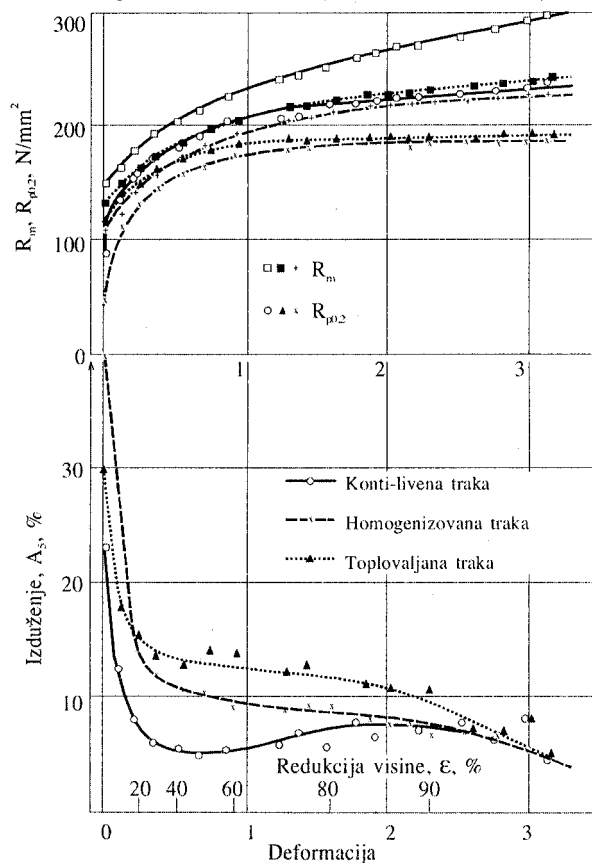
UVOD

Izbor legura serije 8xxx za proizvodnju folija je rezultat sprovođenja koncepta:

- povećanja čvrstoće tehničkog aluminijuma sa ograničenim koncentracijama pratećih (primjesnih) elemenata (npr. željeza i silicijuma) i ograničene koncentracije mangana, slika 1.
- jednostavne i produktivne proizvodnje postupkom kontinuiranog live-nja trake na svim caster-uređajima;
- visokih stepena deformacije hladnim valjanjem kontinuirano livene trake, slika 2;
- pouzdane kontrole anizotropije, slika 3.

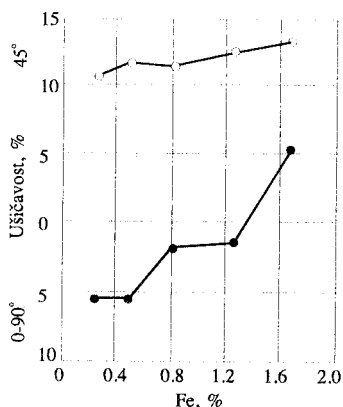


Slika 1 - Uticaj ograničenih koncentracija legirajućih elemenata na zateznu čvrstoću Al lima debljine 5mm Al 99.98R [1]: žareno stanje (5 h na 360°C)

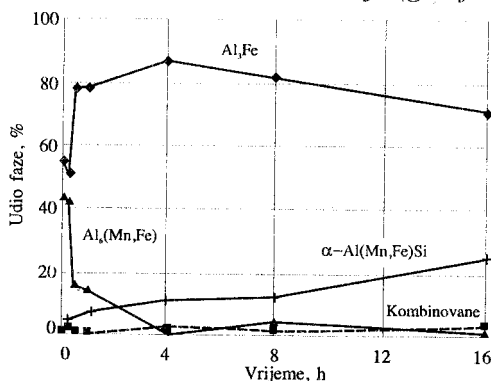


Slika 2 - Promjena mehaničkih osobina u procesu hladnog valjanja kontinuirano livene trake, trake homogenizovane poslije livenja i prethodno toplo-valjane trake legure Al-2%Fe [2]

Dijagram na slici 1 pokazuje kontinuirano povećanje čvrstoće dvojnih legura u nizu Mn-Si-Fe. Kompleksnijim legiranjem se mogu dopunski upotpuniti kombinacije čvrstoće sa dovoljno prihvatljivim intervalom plastičnosti. Uticaj željeza, koji je u izdvojenom nizu dominantan, ne izaziva teškoće kod hladne deformacije, što je na slici 2 prikazano upoređenjem tri stanja polazne trake za hladno valjanje: kontinuirano livene, toplo valjane i kontinuirano livene sa naknadnom homogenizacijom. Nakon visokih stepena deformacije, razlike plastičnosti kod ova tri polazna stanja materijala se praktično eliminišu. Prisustvo željeza (i silicijuma) omogućava kontrolu anizotropije i to visine simetričnih neravnina i njihovog položaja. Dopunski je u te svrhe neophodno sprovesti adekvatan termički tretman, slika 3. Kontrola anizotropije je moguća zahvaljujući Al-Fe-Si fazama. Njihov tip, oblik i raspored se može kontrolisati hemijskim sastavom, homogenizacionim žarenjem polazne kontilivene trake i izborom režima međužarenja trake. Na slici 3 je prikazana izmjena veličine i položaja simetričnih neravnina sa položaja 45° na položaj 0-90° i sa 10-12% na ±5%, primjenom međužarenja.

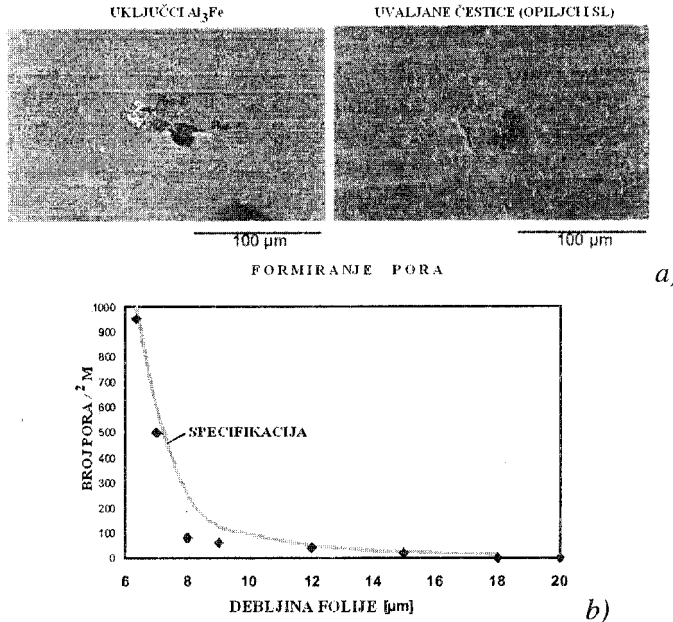


Slika 3 - Uticaj željeza na visinu ušica duboko izvučenih čaša od legura Al-Fe sa među žarenjem trake debljine 0.6 mm prije završnog hladnog valjanja (donja kriva) i bez među žarenja (gornja kriva)[3]



Slika 4 - Promjena udjela faza u toku homogenizacije na temperaturi 550°C [4]

Na slici 4 je prikazana promjena udjela faza u strukturi legura ovog tipa homogenizacionim žarenjem. Uz značaj prisustva faza za regulisanje anizotropije i povećanje čvrstoće mora se potencirati i njihova uloga u poroznosti folije. Tipični oblici poroznosti izazvani fazama na bazi željeza i broj pora u folijama različite debljine su prikazani na slici 5.



Slika 5 - Nastanak pora usljed uključaka i uvaljanosti čestica (a) i dijagram promjene broja pora u zavisnosti od debljine folije (b) /5/

EKSPERIMENT

Eksperimentalni dio se sastojao od:

- Koncepta izbora legura;
- Proizvodnje kontilivene trake od izabranih legura na Casteru "3C" sa praćenjem sadržaja legirajućih elemenata u toku livenja i krune kontilivene trake;
- Ispitivanje sposobnosti za deformaciju kontilivene trake postupkom pritiskivanja.

Izbor legura

Potrebe za Al-folijom u konceptu VAW-a su pokrivena sa tri različite vrste hemijskog sastava.

1. **Tehnički aluminijum** (AA1050 ili VAW 99/52) sa min 99,5%Al ima karakteristike:

- Malu čvrstoću i visoku plastičnost, što omogućava proizvodnju folija (6-9µm);

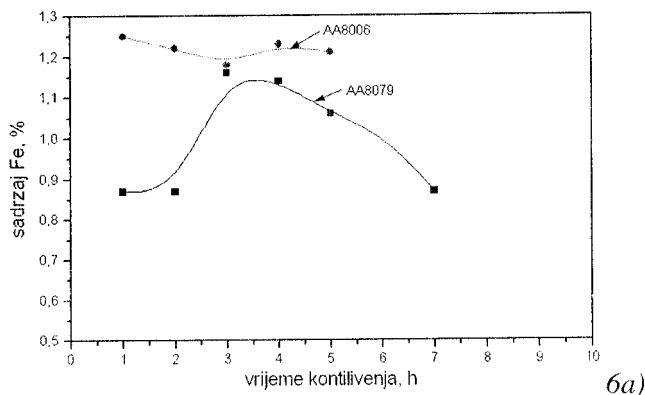
- Veoma ograničeno prisustvo intermetalnih faza značajno smanjuje broj pora u foliji;
 - Tipična namjena je za aseptično pakovanje tečnosti, pakovanje cigareta i kafe.
2. Legure **aluminijum-željezo** i to: sa sadržajem Fe=0,7-0,9% (**AA1200** ili VAW 99/01), i sa sadržajem Fe=1,1-1,5% (**AA8079** ili VAW 98/90). Specifičnosti su:
- Navedeni uticaj željeza na čvrstoću i plastičnost omogućava velike brzine pri radu sa folijama;
 - Veći sadržaj intermetalnih faza povećava rizik od pojave pora u folijama, zato se one izrađuju u debljinama iznad 12 μm i idealne su za namjene bez oslojavanja papirom ili polimerima;
 - Veći sadržaj intermetalnih faza omogućava formiranje veoma sitnozrne strukture što poboljšava otpornost folija na višestruko savijanje.
3. Legure **aluminijum-željezo-mangan**, koje su uvedene na tržište zadnjih 3-4 godine (**AA8014** i **AA8006** ili VAW 98/60) sa sadržajem do Fe=1,4% i Mn=0,3%. Specifičnosti su:
- Dodatak mangana poboljšava čvrstoću za 25% u poređenju sa Al-Fe legurama i za 50% u poređenju sa AA1050;
 - Zatezna čvrstoća ovih legura je do 125 MPa;
 - Generalno se koriste za proizvode gdje je dominantniji zahtjev čvrstoća a ne plastičnost;
 - Legure igraju značajnu ulogu u smanjenju debljine ambalažne folije. Dobri primjeri su poklopac čaše za jogurt koji ima čvrstoću da drži 15 čaša jednu iznad druge i folija za domaćinstvo debljine 10,5 μm koja ima podjednako dobre osobine kao folije konvencionalne debljine 12,5 μm od drugih legura.

U sopstvenim ispitivanjima su, osim **AA1050**, izabrani: **AA1200**, **AA8079**, **AA8006** i **AA8011**. Dopuna gornjeg koncepta sa legurom **AA8011** je zbog hemijskog sastava koji omogućava prisustvo silicijuma do 0,8% i mangana do 0,1%. Prisustvo silicijuma pruža mogućnost kontrole anizotropije za trake namijenjene dubokom izvlačenju, a dozvoljeno prisustvo mangana kao primjese omogućava nesmetanu proizvodnju poslije legure sa manganom korišćenjem istih peći.

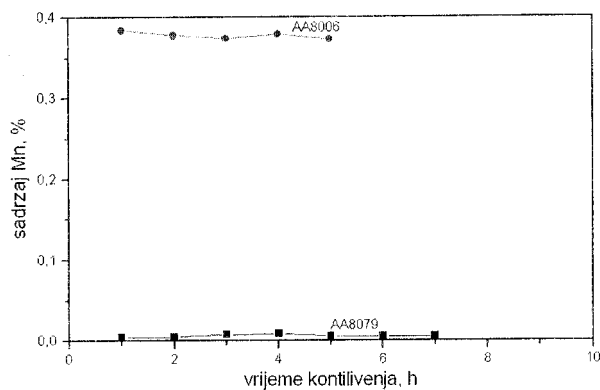
Proizvodnja konti-livene trake

Trake debljine 8 mm i širine 1060 mm od svih legura su kontinuirano livene na "3C" Casteru sa parametrima koji su prilagođeni svakom hemijskom sastavu. Promjene koje su bile neophodne pri prelazu sa tehničkog metala na legure su zahtijevale izmjene parametara na stanju, ali su one usaglašene ne-

posredno u toku samog procesa livenja. Nakon stabilizovanja parametara praćen je hemijski sastav i profil trake. Rezultati za promjenu sadržaja željeza u šarži legure tipa AA8079 i mangana u leguri tipa AA8006 su prikazani na slici 6. Potpuno ravnomjeran sadržaj mangana i stabilizacija sadržaja željeza u granicama predviđenim standardom u pripremljenim šaržama su očigledni u toku procesa livenja.



6a)

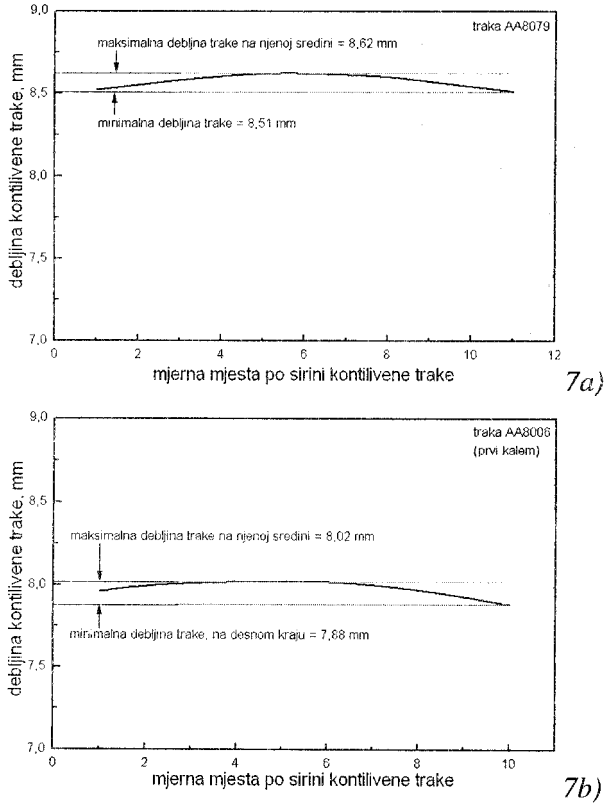


6b)

Slika 6 - Promjena željeza u leguri AA8079 a) i mangana u leguri AA8006 b) (analiza šarži) u toku procesa kontinuiranog livenja traka

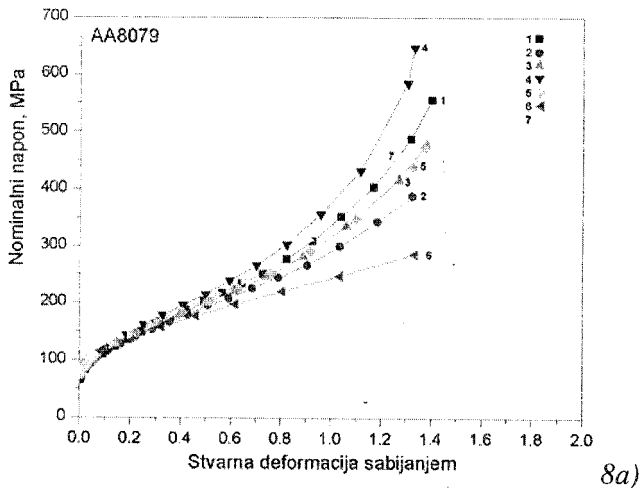
Kontrolisani profil traka je prikazan na slici 7. Izražena relativna kruna se može dopunski poboljšati korekcijom bombiranja valjaka na "3C" stanu.

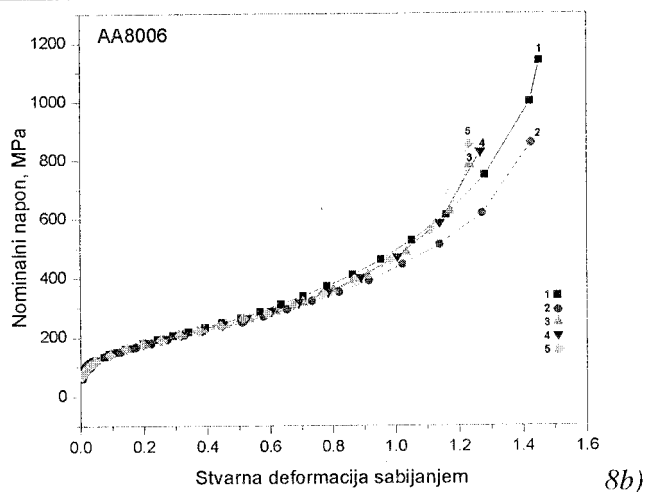
Krive napon-deformacija pri pritiskivanju uzoraka pripremljenih od livenih elemenata za analizu hemijskog sastava legura AA8079 i AA8006 su prikazane na slici 8. Deformaciono ponašanje je identično kod legure za kompletan interval livenja u širokoj oblasti stepena deformacije.



Slika 7 - Profili proizvedenih traka legura AA8079(a) i AA8006 (b)

Krive napon-deformacija pri pritiskivanju uzoraka pripremljenih od livenih elemenata za analizu hemijskog sastava legura AA8079 i AA8006 su prikazane na slici 8. Deformaciono ponašanje je identično kod legure za kompletan interval livenja u širokoj oblasti stepena deformacije.





Slika 8 - Krive pritiskivanja livenih uzoraka legura AA8079 (a) i AA8006 (b) uzetih na svakih sat kontilivenja

UMJESTO ZAKLJUČKA

Legure serije 8xxx su značajna proizvodna orijentacija u objedinjavanju ponude traka i folija aluminijuma. Dio istraživanja sprovedena u proizvodnim uslovima su pokazala da se neophodni uslovi za njihovu proizvodnja realno mogu obezbijediti na postojećoj opremi potenciranoj za program serije aluminijuma 1xxx i legura serije 3xxx i 5xxx.

LITERATURA

- [1] Neilson H., Hufnagel W., Ganoulis G., *Aluminium Taschebuch* (prevod na ruski), Metallurgija, Moskva (1979).
- [2] Wieser D., Gruhl W., Ibe G., Jeglitsch F., *METALL* 40 (1986), 584/591.
- [3] Uchiyama T., Sakaguchi M., *ALUMINIUM* 60, (1984), 752.
- [4] Tromborg T., Arneberg L., Johansen P. O., Orsund R., *ALUMINIUM* 72 (1996), 518.
- [5] Schubert G., The combination of Film & Folil – Still up to Date-Internet prezentacija