



ODABIR DODATNOG MATERIJALA KOD ZAVARIVANJA ALUMINIJA

Zorin Šanko dipl.ing EWE/IWE

**Trea Trade d.o.o
Blažići 2a
51264 Viskovo**

Sadržaj: *Kod odabira dodatnog materijala za zavarivanje uvijek je jedna od najvažnijih elemenata jako dobro poznavanje osnovnih materijala za zavarivanje*

Ključne riječi: čvrstoća, osnovni materijal, dodatni materijal, legure dodatnih materijala, čistoća

Osnovne karakteristike Aluminija

Ovdje ćemo u prvom dijelu napomenut neke od osnovnih karakteristika aluminija. Aluminij je lagani materijal gdje neke od njegovih legura mogu dostići čvrstoće čeličnih materijala .

Daje dobru žilavost na 0 ° C . Ima veliku otpornost koroziji i nije otrovan.

Aluminij ima jako dobru električnu i toplinsku vodljivost. Isto tako nije magnetičan

Može se proizvesti najčešće ljevanjem i valjanjem.

Isto tako može se otvrdnjavati, kovati ili izvlačiti u različitim oblicima .

Čist Aluminij se tali na 660° C.

Aluminijske legure imaju točke tališta od 482 -660 ° C.

Veće debljine aluminija nekada treba predgrijavati prije zavarivanja.

Aluminij i njegove legure jako brzo razvijaju na površini Aluminijev oksid koji se tali na 2037 °C.

Legirajući elementi kod osnovnog materijala aluminija

- Osnovni elementi Cu, Si, Mn, Mg, Zn
- Cu Daje visoku čvrstoću i mogućnost oblikovanja
- Si daje manju točku tališta i omogućuje tečnost dobro kod Lijevova
- Mn daje čvrstoću , i povećava izduženje
- Mg daje veću čvrstoću , i korozisku otpornost
- Mg/Si Daje čvrstoću , mogućnost oblikovanna,
- Zn (u kombinaciji sa Mg, Cu) daje povećanu čvrstoću

- Sekundarni elementi Cr, Zr, V, Ni, Ti, Sc
- Ovi elementi se dodaju zbog poboljšanje
 - > Zatezne čvrstoće
 - > Otpornosti koroziji
 - > Finoći kristalnog zrna
- Ostali elementi
 - > Fe – iz otpada
 - > Se,Cd, Bi, Pb, Sn – nezavarljivi



AWS oznake osnovnog materijala Aluminija

A 4 digitalan broja označava

	Cu	Mn	Si	Al	Mg	Mg/Si	Zn	Ostalo
1xxx	2xxx	3xxx	4xxx		5xxx	6xxx	7xxx	8xxx

1xxx Električno toplinski vodljiva
2xxx Čvrstoća
3xxx Oblikovanje
4xxx Lemljenje zavarivanje
5xxx čvrstoća nakon zavarivanja
6xxx Čvrstoća ekstruzija
7xxx Čvrstoća provodljivost
8xxx Ostalo

Npr. 1060

Zadnja dva broja znače minimalnu čistoću Aluminija tj 1060 znači da je to Aluminij sa 99,60%Al
Drugi broj znači Modifikaciju originalne legure kao napr legure 5154,5254,5454 ili 5654.

1,3,4,5 Legure Toplinski se ne tretiraju
2,6,7,8 legure Toplinski se tretiraju

Uvijek se postavlja pitanje ako odabrati pravi dodatni materijal za zavarivanje Aluminija ?

Kada ste izabrali pravi dodatni materijal za zavarivanje aluminija, mora se uvijek voditi računa o osnovnom materijalu isto tako i o konačnom proizvodu.



Slika 1.

Osnovni materijal

- Vodilja kod zavarivanja Aluminija
 - Brošura AWS D1.2
 - Brošura AWS A5.10
 - Kniga o zavarivanju AWS broj 3 Materijali I aplikacije 1 dio Aluminij I Aluminijske legure
 - Asocijacija zavarivanja aluminija
 - Različiti proizvođači dodatnog materijala



Odabir dodatnog materijala

	356.0	6061	5154	5083	5052	2219	1100 1350
1100 1350	4043	4043	5356	5356	4043	4145	1100
2219	4145 4043	4043	4043	4043	4043	2319	
5052	4043	5653	5654 5183 5356	5356 5183	5654 5183 5356		
5083	5356 5183 4043	5356 5183	5356 5183	5183 5356			
5154	4043 4047 5356	5356 5183 4043	5654 5356 5183				
6061	4043 4047	4043 5356					
356.0	4043 4047						

Rubovi tablice označene crvenom bojom označavaju Al legure osnovnih materijala, a plavom bojom iznutra označeni su preporučeni dodatni materijali za zavarivanje aluminija

Odabir dodatnih materijala uvijek ovisi o sljedećim čimbenicima

- **Boja aluminija ????**
- **Otpornost Koroziji**
- **Istezljivost**
- **Priprema spoja**
- **Toplinska obrada nakon zavarivanja**
- **Radna temperatura**



- **Čvrstoća zavara**
- **Zavarljivost**
- **Nemogućnosti nastajanja pukotina**

Osnovni dodatni materijali

• 1100	5356	5554
• 2319	5183	5654
• 4043	5187	5154
• 4047	5556	5754
• 4643		

Odabir dodatnog materijala za zavarivanje jako ovisi o trajnosti aluminijske konstrukcije koju treba izraditi.

Isto tako treba voditi računa o izboru kvalitetnog dodatnog materijala sa odgovarajućim legirajućim elementima, Dodatni material mora biti bez ikakvih nečistoća masnoće i ostalih kontaminacija. Treba voditi računa o sladištenju istog.

Dodatni materijal

Dodatni materijali izabiru se prema postupku zavarivanja
Osnovni postupci zavarivanja Aluminija

Rel postupak malo prisutan
Mig Mag postupak jako prisutan
Tig postupak zavarivanja srednje prisutan

Kod MIG-MAG zavarivanja jako je bitno čistoća žice. Ako površina žice nije čista
Dovodi se velike nečistoće u zavar pa zavari mogu imati raznih problema, npr. Pukotine, i raznih poroziteta.

Treba voditi računa o ispravnim kotačima za dovod žice U presjeka, isto tako o dužini gorionika za zavarivanje čim kraćem po mogućnosti ne dužim od 3m.
Ako dodavač žice nema oklop treba obavezno žicu za zavarivanje nakon rada u prvoj smjeni pokriti sa plastičnim omotačem kako ne bi navukla vlagu i nečistoće.

Žice serije 5xxx po AWS mogu navući na sebe Vodikov oksid pa se treba skladištiti u kontejneru koji ima vlažnost manje od 30 %

- Legura 1100
 - Prilagodljivo najviše za serije Aluminija 1XXX
 - Otporne na kemijske promjene
 - Otporna na vremenske promjene
 - Svjetlo zlatna nakon kemiskog tretmana (kozmetike)

- legura 2319
 - Odlična kombinacija za serije aluminija 2219
 - Također se koristi za 2014, 2036 i 2519
 - Toplinski se može tretirati
 - Otporno na naponsku koroziju
 - Prilagodljivo na visoke temperature
 - Viša čvrstoća / izduženje do 4XXX Serije aluminija i 2XXX Serije
 - Zlatna nakon kemijskog tretmana kozmetike

- Legura 4043
 - Velika sklonost zavarivačima
 - Veliki sadržaj Silicija
 - Prilagodljiva za zavarivanje najviše Al legura koje se mogu toplinski tretirati
 - Specijalno za serije alumija 6XXX
 - Nije prilagodljivo za najviše 5XXX Seriju
 - Tople pukotine
 - Formiranje Mg₂Si
 - Siva nakon kemijskog tretmana kozmetike

- Legura 4047
 - Prilagodljivo za serije aluminija 4043
 - Povećanje sastava silicija
 - Smanjuje mogućnost stvaranja toplih pukotina

 - Prilagodivo za održavanje povišenih temperatura
 - Sivo /Crno nakon kemiskog tretmana kozmetike

- Legura 4643
 - Koristi se za serije Aluminija 4043
 - Dodatak magnezija
 - Koristi se zavarivanje teških konstrukcija
 - Npr kod višeslojnog zavarivanja gdje nije bitno mješanje osnovnog i dodatnog materijala
 - Dobra otpornost koroziji u području zvara
 - Može se toplinski tretirati
 - Dobro podnosi toplinsku obradu
 - Sivo nakon kemiskog tretmana kozmetike

- Legura 5356
 - Kompatibilna sa mnogim legurama
 - Visoke čvrstoće
 - Nepovoljna za visoke temperature
 - Otporna na naponsku koroziju
 - Formira Al₂Mg
 - Bijela nakon kemiskog tretmana kozmetike

- Legura 5183
 - Varijacija legure 5356 sa većom čvrstoćom
 - Veći sadržaj mangana Mn
 - Koristi se kod zavarivanja legure Alumija 5083
 - Isto tako i za legure sa većim sadržajem Mg Alloys
 - Veća čvrstoća
 - Velika žilavost
 - Otporna na koroziju
 - Nije prilagodljiva za održavnaje na visokim temperaturama
 - Bijela nakon kemiskog tretmana kozmetike

- Legura 5554
 - Koristi se primarno za leguru 5454
 - Npr. Za tankove kemiskih proizvoda , kotači automobila
 - Za visoke aplikacije temperatura
 - Manji sadržaj Mg
 - Nije otporna na naponsku koroziju
 - Bijela nakon kemiskog tretmana kozmetike

- Legura 5556
 - Odlična kombinacija za sljedeće:
 - Naponsku koroziju
 - Zatezna čvrstoća
 - 285 N/ mm²
 - Odličan u radu lako se obrađuje
 - Dobro zuavarljiv
 - Odlična legura protiv naponske korozije
 - Mg sadržaj ispod3%
 - Bijela nakon kemiskog tretmana kozmetike

- Legura 5654
 - High Purity Alloy
 - Low Cu and Mn Impurities
 - Prilagodljiva za vrlo aktivne kemikalije
 - Npr H₂O₂ (Vodikov peroksid)
 - Not Suitable for Elevated Temperatures
 - Sadržaj magnezija veći od 3%
 - Prilagodljiva za naponsku koroziju
 - Bijela nakon kemiskog tretmana kozmetike

Zavarivački zahtjevi ovise o :

- Čistoća
- Pukotine
- Provodljivost žice

Čistoća ovisi o :

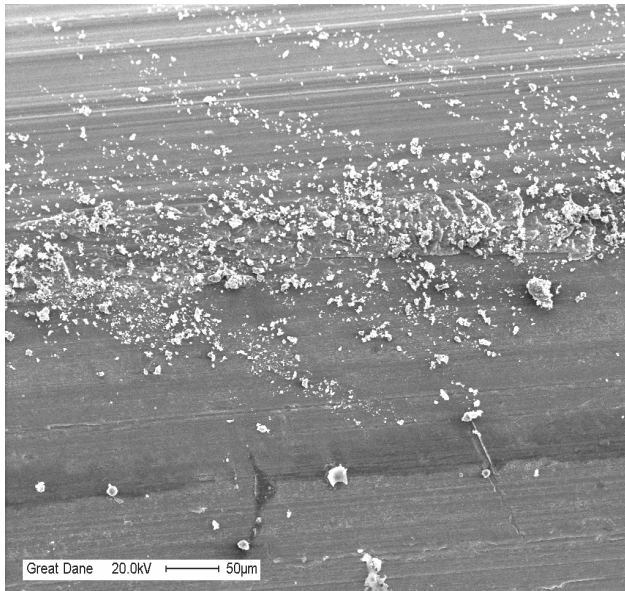
- Osnovni materijal
- Dodatni materijal
- Zaštitni plin

Zaključak

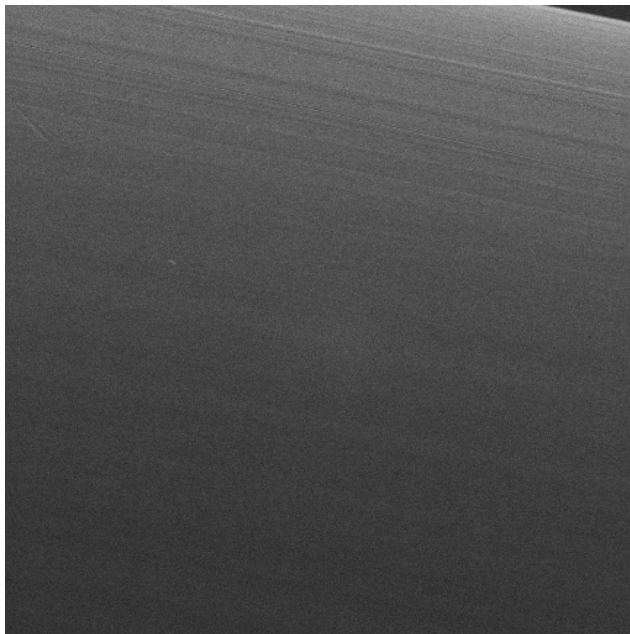
Površinska kvaliteta MIG zavarivanje aluminija najviše utječe na kvalitetu zavarivanja

Dodatni materijal površinski zahtjevi

- Loša površinska zaštita
 - Loša vodljivost žice
 - Smanjuje vijek trajanja žice
 - Smanjuje vijek trajanja uvodnika žice
- Završni sloj žice (kemiski tretman utječe)
 - Lutajući el luk
 - Porozitet
 - Ostatak površine



Sl.2 Izgled Aluminijskog lima nakon zavarivanja sa dodatnim materijalom loše površinske zaštite



Sl. 3 Površina aluminijskog lima kod odličnog dodatnog materijala dobra površinska zaštita



Pukotine

- Zašto se pojavljuju?
- Tip pukotine
 - Skrutnuta
 - Tekuća pukotina
 - Pukotina u zoni utjecaja topline

Zašto puca?

- Legure koje se mogu toplinski tretirati
 - U mnogo slučajeva zavaruje se sa neadekvatnim dodatnim materijalom u odnosu na osnovni
- Legure koje se ne mogu toplinski tretirati
 - U mnogo slučajeva zavaruje se sa adekvatnim dodatnim materijalom u odnosu na osnovni
- Velika toplinska dilatacija
 - Dilatacija 2x veća nego li kod čelika
 - Kontrakcija 2x veća nego li kod čelika

Skrutnuta pukotina

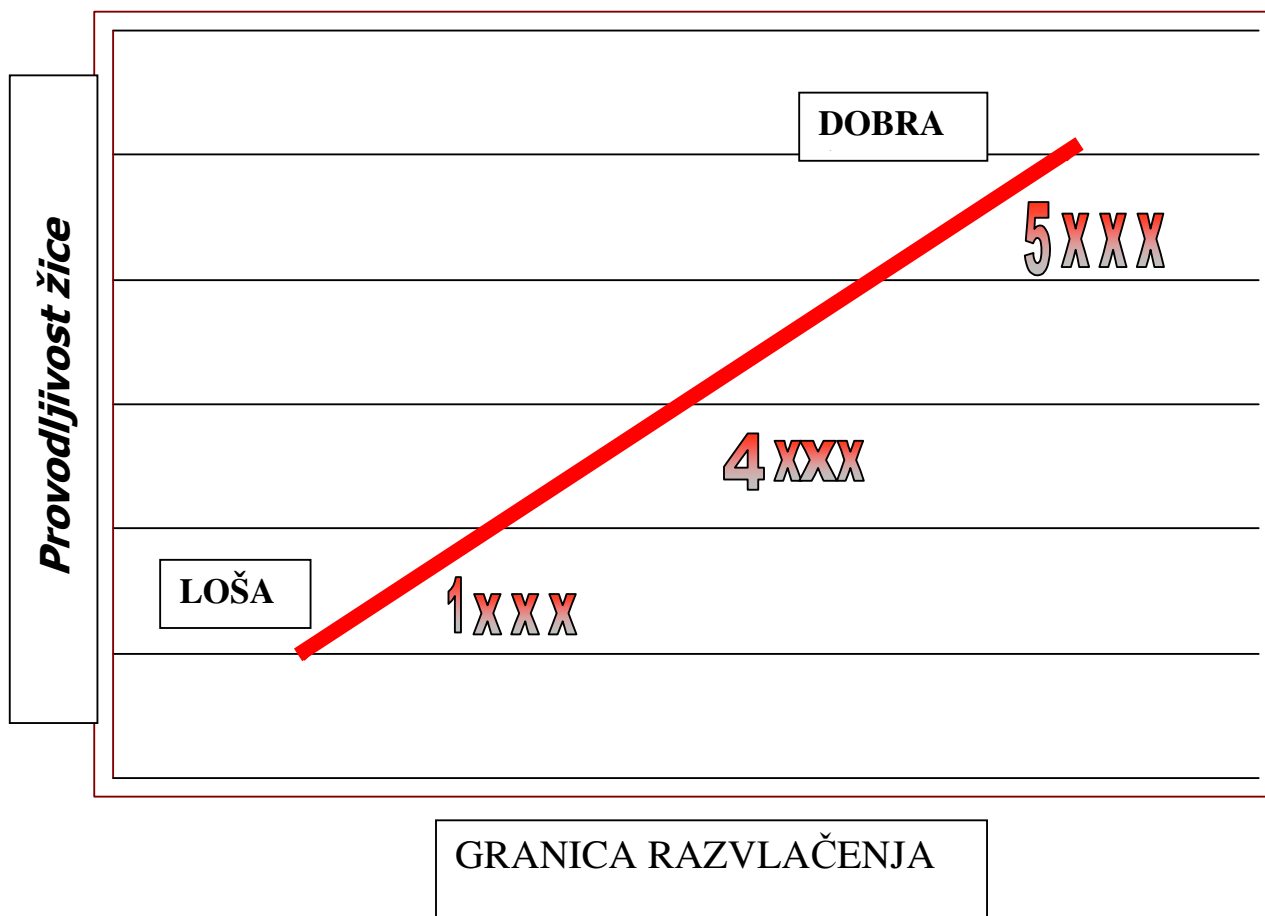
- Omjer temperature skrutnjavanja
 - Veći temperaturni Gradient, Veći rizik za nastajanje pukotina
- Uvijek se formira u centru zavara
 - Pukotinski krater
- Najčešći slučajevi
 - Neadekvatan dodatni materijal prema osnovnom
 - Geometrija zavara pripreme žlijeba za zavarivanje
 - Velika svojstva upetosti konstrukcije

Tekuća pukotina

- Dodatni legirajući elementi sprečavaju formiranje krupno zrnate strukture na granicama kristalizacije
 - Formira film točke niskog tališta
 - Nakon skrutnjavanja, Ne može se suprostaviti naprezanjima
 - Naličje zavara
 - Zona utjecaja topline
- Legure koje se mogu toplinski tretirati primjenjive
 - (6XXX, 7XXX i 8XXX Serija)

- Rizik pojave tekuće pukotine može se smanjiti
 - Upotrebom dodatnog materijala sa nižom točkom tališta nego li osnovni materijal
 - Npr. 6XXX se zavaruje sa 4XXX
 - Ne smije se koristiti dodatni materijal 4xxx za zavarivanje legura sa velikim sadržajem Mg
 - Veliki sadržaj Mg₂Si može se formirati na granici zrna
 - Smanjuje istezljivost
 - Povećava osjetljivost ka pukotinama

Utjecaj Dodatnog materijala na provodljivost žice





Dodatni materijali - Lincoln Electric proizvode se u Lincolnovoj Tvornici Indalco Kanada

- **Indalco Proizvodi Kanada (Certificirani po ISO 9001)**
 - =0,45 kg Pakiranja
 - 9 Kg pakiranja
 - 74,5 kg Pakiranja
 - TIG D.M rezanje na traženu dužinu