

MAŠINSKI FAKULTET ZENICA
Smjer: PROIZVODNI BIZNIS

Seminarski rad:

ALUMINIJUM I ISPITIVANJA ALUMINIJUMA PO BAS EN STANDARDU

Predmet: Materijali u proizvodnji
Predavač:
Prof. Dr. Nađija Haračić

Student:
Adnan Smajić

Sadržaj:

2. Uvod- Uopšte o aluminijumu
4. Označavanje aluminijuma i njegovih legura
5. Fizičke osobine
6. Mehaničke osobine
7. Tretman temperaturom
8. Standardi aluminijuma
9. ISPITIVANJE ALUMINIJUMA PO BAS EN STANDARDIMA
11. Internacionalni standard ISO 2142

U ovom radu su korišteni podaci sa:

1. www.alcop.com
2. BAS EN knjiga standarda

UVOD

UOPŠTE O ALUMINIJUMU

Aluminijum je jedan od najobilnijih metala i treći najčešći elemenat koji zauzima 8% zemljine kore. Njegova svestranost ga čini najkorištenijim materijalom poslije čelika.

Proizvodnja Aluminijuma

Aluminijum se dobija iz minerala boksita. Boksit se pretvara u aluminij oksid (alumina) pomoću Bayer-g procesa. Alumina se zatim konvertuje u aluminij pomoću elektrolitskih ćelija i Hall-Heroult-g procesa.

Godišnja potražnja

Svjetska potraživanja aluminijuma su 29 miliona tona godišnje. Oko 22 miliona tona je novi aluminijum, a 7 miliona tona je reciklažni aluminijum. Upotreba recikliranog aluminijuma je ekonomski i okolišno u porastu. Potrebno je 14 000 kWh energije da se proizvede 1 tona novog aluminijuma. Nasuprot tome treba samo 5 % ovog iznosa da bi se istopila, preradila 1 tona recikliranog aluminijuma. Treba istaknuti da nema nikakve razlike između novo proizvedenog i recikliranog aluminijuma.

Aplikacije

Čisti aluminijum je mekan, rastezljiv, otporan na koroziju i ima veliku električnu provodljivost. Široku primjenu ima kao lisnati i čvrsti elektro kablovi. Legiranje sa drugim elementima je neophodno da bi se obezbijedila veća čvrstoća koja je potrebna za posebne aplikacije. Aluminijum je jedan od najlakših inženjerskih metala i ima omjer jačine i težine veći nego čelik. Osobine kao što su jačina, mala težina, korozivna otpornost, mogućnost recikliranja i lakog oblikovanja, čine aluminijum korisnijim i potrebnijim za sve veći broj raznih aplikacija. Područje primjene se proteže od strukturalnih materijala do pakirnih folija.

Označavanje aluminijumskih legura

Aluminijum se najčešće legira sa bakrom, cinkom, magnezijumom, silicijumom, manganom i litijumom. Mali dodatci kroma, titanijuma, cirkonijuma, olova, bizmuta, i nikla su mogući, a prisustvo željeza je neizbježno u malim količinama. Postoji preko 300 kovanih legura od je 50 u stalnoj primjeni. One su identifikovane sa četvero znamenkastim sistemom brojeva koje potiču iz USA, a nesebično su prihvaćene od mnogih drugih država i institucija. Slijedeća tabela opisuje sistem kovanih legura aluminijuma. Livene legure imaju sličan sistem obilježavanja i koriste petoznamenkaste sisteme.

Tabela 1. Oznake za kovane aluminijumske legure

Legirajući elemenat	Kovane
None (99%+ Aluminium)	1XXX
Bakar	2XXX
Mangan	3XXX
Silicijum	4XXX
Magnezijum	5XXX
Magnezijum + Silicijum	6XXX
Cink	7XXX
Litijum	8XXX

Za nelegirani kovani aluminijum oznaka je 1XXX, gdje zadnja dva broja predstavljaju čistoću metala. Oni su ekvivalent dvije zadnje brojke poslije decimalnog zareza kada je čistoća aluminijuma izražena najbližoj od 0,01 %. Druga brojka predstavlja modifikaciju u granici nečistoće. Ako je druga brojka 0, to znači da nelegirani aluminijum ima granicu prirodne nečistoće od 1 - 9 i pred-

stavlja individualnu nečistoću ili legirajući elemenat.

Za 2XXX - 8XXX grupe, zadnje dvije brojke predstavljaju različite aluminijumske legure u grupi. Druga brojka predstavlja modifikaciju legure. Ako je druga brojka 0, to znači da legura originalna, a brojevi od 1 - 9 predstavljaju uzastopne modifikacije legure.

Fizičke osobine

Gustoća

Aluminijum ima gustoću koja je 1/3 gustoće čelika ili bakra, što go čini jednim od najlakših komercijalnih metala. Visok odnos jačine i težine ga čine veoma važnim strukturalnim metalom koji direktno utiče na ukupnu masu proizvoda što u nekim slučajevima dovodi do smanjenja potrošnje goriva.

Jačina

Čisti aluminijum nema veliku čvrstoću istezanja. Međutim, dodavanjem legirajućih elemenata kao što su mangan, silicijum, bakar, i magnezijum se može povećati čvrstoća metala na zadovoljavajući nivo. Aluminijum dobro podnosi niske temperature. Ima prednost u odnosu na čelik u tome da shodno opadanju temperature čvrstoća istezanja se povećava pri čemu zadržava svoju žilavost. Čelik, na ovakvim temperaturama postaje krhak, lomljiv.

Korozivna otpornost

Pri izloženosti zraku na površini aluminijuma se trenutno formira sloj oksida. Ovaj sloj je odlična zaštita od korozije. Otporan je i na većinu kiselina ali ne i na baze.

Toplotna vodljivost

Toplotna vodljivost aluminijuma je oko tri puta veća nego kod čelika. Ova osobina ga čini veoma važnim materijalom u proizvodnji grijnih i rashladnih aplikacija kao što su razmjenjivači toplote. Činjenica da je kao materijal neotrovan ga obavezno smješta u sam vrh primjene pri kuharsko kuhinjskim aplikacijama.

Električna provodljivost

Zajedno sa bakrom, aluminijum ima električnu provodljivost dovoljno veliku da se koristi kao električni provodnik. Iako je provodljivost najčešće korištenih legura (1350) samo 62% žarenog bakra, on je samo 1/3 njegove mase i zato može provoditi dva puta više elektriciteta u poređenju sa bakrom iste težine.

Tabela 2. Tipične osobine aluminijuma

Osobina	Vrijednost
Atomski broj	13
Atomska težina (g/mol)	26,98
Valencija	3
Kristalna struktura	FCC
Tačka topljenja (C)	660,2
Tačka ključanja	2480
Mean Specific Heat (0-100°C) (cal/g. °C)	0,219
Toplotna vodljivost (0-100°C) (cal/cms. °C)	0,57
Koeficijent linearnog širenja (0-100°C) (x10-6/°C)	23,5
Električna otpornost na 20°C (μΩ.cm)	2,69
Gustoća (g/cm ³)	2,6898
Modul elastičnosti (GPa)	68,3
Odnos otrovnosti	0,34

Mehaničke osobine

Aluminijum može podnijeti velike deformacije bez postojanja trajne greške. Ova osobina mu omogućava da bude obrađivan valjanjem, izvlačenjem, vučenjem, mašinski i mehanički na razne načine. Može također biti oblikovan do visoke tolerancije. Jačina istezanja kod čistog aluminijuma je oko 90 MPa, ali može biti povećana na 690 MPa na nekim toplotno-tretiranim legurama.

Tabela 3. Mehaničke osobine odabranih aluminijumskih legura.

Legura	Temperatura	Napon tečenja 0.2% (MPa)	Jačina istezanja (MPa)	Jačina smicanja (MPa)	Izduženje A5 (%)	Tvrdoća Vickers (HV)
	H12	85	100	60	12	30
	H14	105	115	70	10	36
AA1050A	H16	120	130	80	7	-
	H18	140	150	85	6	44
	0	35	80	50	42	20
AA2011	T3	290	365	220	15	100
	T6	300	395	235	12	115
AA3103	H14	140	155	90	9	46
	0	45	105	70	29	29
AA4015	0	45	110-150	-	20	30-40
	H12	110	135-175	-	4	45-55
	H14	135	160-200	-	3	-
	H16	155	185-225	-	2	-
	H18	180	210-250	-	2	-
AA5083	H320	240	330	185	17	95
	H111	145	300	175	23	75
	H22	165	210	125	14	65
AA5251	H24	190	230	135	13	70
	H26	215	255	145	9	75
	0	80	180	115	26	46
AA5754	H22	185	245	150	15	75
	H24	215	270	160	14	80
	H26	245	290	170	10	85
	0	100	215	140	25	55
	0	50	100	70	27	85
AA6063	T4	90	160	11	21	50
	T6	210	245	150	14	80
	0	60	130	85	27	35
AA6082	T4	170	260	170	19	75
	T6	310	340	210	11	100
AA6262	T6	240	290	-	8	-
	T9	330	360	-	3	-
AA7075	0	105-145	225-275	150	9	65
	T6	435-505	510-570	350	5	160

Tretman temperaturom

Slijedeći mogu biti primjenjeni na aluminijumskim legurama:

- Homogenizacija- odstranjanje segregacija grijanjem nakon izljevanja.
- Žarenje- upotrebljivo nakon rada na ohlađenim komadima (1XXX, 3XXX i 5XXX)
- Stvrđnjavanje starenjem(legure 2XXX, 6XXX, 7XXX)
- Tretman toplotnog rastvaranja prije starenja.

Poslije toplotnog tretmana dodat je sufiks u oznake legure:

- Sufiks F znači “ fabrički ”
- Sufiks O znači “žareno kovani proizvodi”
- Sufiks T znači da je “temperaturno obrađen”
- Sufiks W znači da je materijal toplotno tretiran u otopini.
- Sufiks H se odnosi na legure ne obradive temperaturom koje su rađene na hladno ili napregnuto stvrđnute.

Temperaturno ne obradive legure su one u 3XXX, 4XXX i 5XXX grupama.

Tabela 5. Oznake temperaturno obradivih aluminijevih legura

<i>Term</i>	<i>Opis</i>
<i>T1</i>	<i>Ohladene od podignute temperature i prirodno dozrijevane.</i>
<i>T2</i>	<i>Ohladene od podignute temperature, hladno rađene i prirodno dozrijevane.</i>
<i>T3</i>	<i>Toplotno tretiran u otopini, hladno rađene i prirodno dozrijevane do krajnje jakosti</i>
<i>T4</i>	<i>Toplotno tretiran u otopini i prirodno dozrijevane do krajnjeg stalnog oblika.</i>
<i>T5</i>	<i>Ohladene od podignute temperature a zatim umjetno dozrijevane.</i>
<i>T6</i>	<i>Toplotno tretiran u otopini a zatim umjetno dozrijevane.</i>
<i>T7</i>	<i>Toplotno tretiran u otopini prestaren/postojan.</i>

Temperaturno neobradive legure mogu imati svoje osobine prilagođene radu na hladno. Hladno valjanje je klasični primjer. Ove osobine zavise od stepena hladnog rada i dali je praćeno ikakvim žarenjem ili termalnim tretmanom.

Nomenklatura koja opisuje ovakve tretmane koristi slovne oznake O, F ili H popraćene sa brojnom oznakom. Kao što je označeno u tabeli 6, prvi broj se odnosi na radne uslove, a drugi broj na stepen kaljenja.

Tabela 6. Oznake za temperaturno neobradive legure

<i>Term</i>	<i>Opis</i>
<i>H1X</i>	<i>Očvrsnut</i>
<i>H2X</i>	<i>Očvrsnut i djelimično žaren</i>
<i>H3X</i>	<i>Očvrsnut i stabilizovan pomoću tretmana niskom temperaturom</i>
<i>H4X</i>	<i>Očvrsnut i obrađen u peći</i>
<i>HX2</i>	<i>Četvrtina tvrdoće – stepen rada</i>
<i>HX4</i>	<i>Polovina čvrstoće – stepen rada</i>
<i>HX6</i>	<i>Tri četvrtina tvrdoće – stapan rada</i>
<i>HX8</i>	<i>Puna čvrstoća – stepen rada</i>

Tabela 7. Temperaturni kodovi za limove

Kod	Opis
H112	Legure koje imaju neki temp tretman od oblikovanja ali nemaju neku specijalnu kontrolu nad procesom očvršćavanja pritiskom ili temp tretmanom. Važe neka ograničenja jačine.
H321	Očvrsnut pritiskom do iznosa manjeg nego što je potrebno za kontroliranu H32 temp.
H323	Očvrsnut pritiskom do iznosa manjeg nego što je potrebno za kontroliranu H32 temp.
H343	Verzija H32 lima koja je očvrsnuta tako da obezbijedi prihvatljiv otpor na pukotine nastale korozijom.
H115	Oklopni lim
H116	Specijalna korozivno-otporna temp.

Standardi aluminijuma

Stari BS1470 standard je zamjenjen sa 9 EN standarda.

Tabela 4. En standardi za aluminijum

Standard	Svrha
EN485-1	Tehnički uslovi za inspekciju i isporuku
EN485-2	Mehaničke osobine
EN485-3	Tolerance za toplo valjane materijale
EN485-4	Tolerance za hladno valjane materijale
EN515	Temperaturna označavanja
EN573-1	Brojni legurni sistem označavanja
EN573-2	Hemijski sistem označavanja
EN573-3	Hemijski sastav
EN573-4	Oblici proizvoda u različitim legurama

ISPITIVANJE ALUMINIJUMA PO BAS EN STANDARDU

U BiH nije oformljen komitet za nečelične metalne materijale koji bi usvajao odgovarajuće standarde. Standard BAS ISO 2142/2000 usvojio je Tehnički komitet za čelik i čelične proizvode (BAS/TC 4). Isti je usvojio i veliki broj standarda za ispitivanje metalnih materijala. Na posljednjoj sjednici BAS/TC 4 pokrenuta je inicijativa da se osnuje novi tehnički komitet koji bi usvajao standarde vezane za neželjezne metale, odnosno da postojeći komitet TC 4 preuzme navedeni posao u okviru svoje radne grupe.

Pregled usvojenih standarda za ispitivanje metala, uopšteno:

- BAS EN 10002-1:2000 - ISPITIVANJE ZATEZANJEM
- Dio 1 Metoda ispitivanja (EN 10002-1:1990 IDT)

- BAS EN 10002-5:2001 - ISPITIVANJE ZATEZANJEM
- Metoda ispitivanja na povišenim temperaturama (EN 10002-5:1991 IDT)

- BAS EN 10045-1 :1998 - ŠARPIJEV TEST UDAROM
- Metoda ispitivanja (EN 10045-1:1989 IDT)

- BAS EN 10232:2001 - CIJEV (u punom presjeku)
- Ispitivanje savijanjem (EN 10232:1993 IDT)

- BAS EN 10233:2000- CIJEV-ISPITIVANJE SPLJOŠTAVANJEM (EN 10233:1993 IDT)

- BAS EN10234:2000- CIJEV - ISPITIVANJE PRIŠIRIVANJEM S KONIČNIM UTISKIVAČEM

- BAS EN 10235:2000 - CIJEV - ISPITIVANJE POSUVRAĆIVANJEM

- BAS EN ISO 6506-1:2001 - ISPITIVANJE TVRDOĆE PO BRINELU

- BAS EN ISO 6507-1:2001 - TVRDOĆA PO VIKERSU

- BAS EN ISO 6508-1:2001 - ISPITIVANJE TVRDOĆE PO ROCKWELLU

- BAS EN ISO 7438:2001 - ISPITIVANJE SAVIJANJEM

- BAS EN ISO 12737:2001 - ODREĐIVANJE ŽILAVOSTI LOMA

- BAS EN 444:1998 - ISPITIVANJE BEZ RAZARANJA.
- Opšti principi za radiografska ispitivanja metalnih materijala X i Y zraka.

- BAS EN 571-1:1998 - ISPITIVANJE BEZ RAZARANJA. Penetrantska ispitivanja

- BAS ISO 2142:2000 - KOVANI ALUMINIJUM, MAGNEZIJ I NJIHOVE LEGURE
- Izbor uzoraka i epruveta za mehaničko ispitivanje.

Internacionalni standard ISO 2142

Kovani aluminijum, magnezijum i njihove legure
Odabir uzoraka i testnih komada(epruveta) za mehanička ispitivanja.

1. Selekcija i priprema uzoraka za mehanička ispitivanja

1.1 Lokacija i veličina uzorka

Uzorci se trebaju uzeti od primjerka tako da je moguće postaviti relaciju između testnog komada i proizvoda kao što je navedeno u klauzuli br.5. Uzorci trebaju biti dovoljno veliki da dozvole proizvodnju testnih komada potrebnih da izdrže tražene testove, i moraju uključivati dovoljno metala za obavljanje bilo kojih ponovljenih testova.

1.2 Identifikacija uzoraka;

Svaki uzorak će biti označen tako da nakon uklanjanja je još uvijek moguće identificirati proizvod od kojeg je uzet i ako je potrebno njegovu lokaciju i orijentaciju. Ukoliko bi za vrijeme testiranja došlo do uklanjanja oznaka, nove oznake treba postaviti prije uklanjanja starih.

1.3 Priprema uzoraka;

Uzorci se uzimaju od primjeraka nakon završetka svih mehaničkih i toplinskih tretmana nad proizvodom koje on mora proći prije isporuke, a mogu uticati na mehaničke osobine metala. U slučajevima gdje ovo nije moguće, uzorci i primjerci moraju biti ranije uzeti. U tom slučaju će isti biti podvrgnuti istim tretmanima kao i sam proizvod. Rezanje treba biti provedeno tako da ne mijenja karakteristike dijela uzorka od kojeg se uzima testni uzorak. Tako, dimenzije uzorka će omogućiti adekvatnu mašinsku dozvolu za uklanjanje iz zone zahvaćene rezanjem. Uzorci neće biti obrađivani ili tretirani na bilo koji način koji će uticati na mehaničke osobine. Svaka potrebna ojačanja će biti urađena sa velikom pažnjom, ručno.

1.4 Broj uzoraka;

Broj uzoraka je određen u svakoj sekciji za pojedinačni standard.

2. Odabir i priprema testnih komada

2.1 Identifikacija testnih komada;

Svaki testni komad će biti obilježen tako da je moguće identifikovati inspeksijski ždrijeb od kojeg je uzet, i ako je potrebno njegovu lokaciju i orijentaciju u proizvodu. Ako je testni komad obilježen pečatom, isti se ne smije postavljati na mjesto obuhvaćeno ispitivanjem.

2.2 Obrada;

Svaka obrada treba biti izvedena tako da ne mijenja karakteristike metala u testnom komadu.

2.3 Testni komadi za ispitivanje zatezanjem;

2.3.1 Uopšteno;

Iz svakog uzorka će biti uzet po jedan testni komad. Orijetacija testnog komada prema proizvodu će biti urađena kako je propisano u opštoj sekciji za odgovarajući standard. Oblik i preporučene dimenzije testnog komada su navedeni u ISO/R 190 i ISO/R 952, tj. BAS EN 10 002-1:2002 i BAS EN 10 002-1:2002.

2.3.2 Valjano ravni proizvodi;

Ravni testni komadi će biti korišteni u parametru do 12,5 mm debljine. Testni komadi će biti pripremljeni tako da obe valjane strane budu podložne testiranju. Za debljine koje prelaze 12,5 mm, zaobljeni testni komadi će biti korišteni. Za debljine preko 40 mm treba locirati longitudinalnu osu zaobljenog testnog komada na distanci od površine koja iznosi polovinu debljine.

2.3.3 Čvrsti proizvodi sa zaobljenom sekcijom;

Ovakvi će biti testirani longitudinalno, bilo u punoj sekciji ili po uputstvu za zaobljene testne komade.

Zaobljeni testni komadi su definisani na slijedeći način:

- za proizvode čiji je prečnik do 40 mm u centru proizvoda
- za proizvode čiji prečnik uključuje i prelazi 40 mm na polovini distance između površine i centra.

2.3.4 Čvrsti proizvodi sa kvadratnim ili više ugaonim(poligonalnim) sekcijama;

Za ovaj slučaj vrijede pravila iz sekcije 2.3.3

Najveći mogući upisni krug koji uključuje prelaznu sekciju određuje lokaciju testnog komada.

2.3.5 Čvrsti proizvodi sa pravouglom sekcijom (izlučen ili vučen);

Ovi će biti testirani longitudinalno, bilo u punoj sekciji ili:

- za proizvode debljine do i uključujući 12,5 mm. Ravni testni komadi, pripremljeni tako da dvije šire površine proizvoda su testno uključene.
- za proizvode čija debljina prelazi 12,5 mm. Zaobljeni testni komadi koji imaju njihovu longitudinalnu osu lociranu u presjeku A-A i B-B, kako je pokazano vrijednostima u tabeli.

2.3.6 Cijevi;

Testni komadi su opisani u BAS EN 10 002-1:2002

2.3.7 Otkivci (kovani komadi);

Testni komadi će se dobiti pomoću jednog od slijedećih načina, kako je dogovoreno između proizvođača i korisnika:

- Iz samog kovanja, tako da se longitudinalna osa što više(bliže) poklapa sa osnovnim smjerom metalnog toka.
- Iz uzorka prikačenog za otkivak
- Iz posebnog uzorka, kovanog iz istog skladišta(zaliha) i toplotno tretiranog zajedno sa otkivkom.
- Iz posebnog uzorka, obrađenog iz iste zalihe i toplotno tretiranog zajedno sa otkivkom.

2.3.8 Drugi polu-proizvodi;

Ukoliko nije drugačije dogovoreno ili navedeno, testni komadi će biti uzeti sa najpristupačnijeg mjesta, omogućenog, u svakom slučaju tako da testni komad predstavlja ukrštenje proizvoda.

2.4 Testni komadi za ispitivanje na savijanje;
Uopšteno;

Ukoliko je ovaj test naveden u standardu proizvoda jedan testni komad će biti uzet iz svakog uzorka. Ukoliko nije drugačije dogovoreno ili navedeno, testni komadi će biti urađeni tako da njihova longitudinalna osa je okomita na smjer konačnog valjanja. I tako da nakon savijanja, longitudinalna osa zavoja je paralelna sa smjerom konačnog valjanja.

Oblik i preporučene dimenzije testnih komada su specificirane BAS EN ISO 7438:2006, standardom.

Lokacija testnih komada za čvrste proizvode sa kvadratnom sekcijom(izlučena ili vučena)

<i>Debljina</i>	<i>Širina</i>	<i>Lokacija longitudinalne ose</i>
Veće od 12,5 mm do i uključujući 40 mm	Veće od 12,5 mm do i uključujući 40 mm	
	Veće od 40 mm	
Veće od 40 mm		Veće od 40 mm