

N. Abramović, A. Sedmak, I. Glavardanov

ISPITIVANJE ZAVARENIH BOCA ZA BUTAN-PROPAN OD LEGURE AlMg3 TESTING OF WELDED BUTAN - PROPANE GAS CONTAINER OF AlMg3 ALLOY

Stručni rad / Professional paper

UDK /UDC: 620.162:621.642.17

Rad primljen / Paper received: 15.01.2000.

Adresa autora / Author's address:

Mr Nenad Abramović, AD IMO Metalac, Nikšić
Prof. Aleksandar Sedmak, Mašinski fakultet, Beograd, 27. Marta 80
Prof. Ivan Glavardanov, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg
Dositeja Obradovića 6

Ključne reči:

- posuda pod pritiskom
- legura AlMg3
- hidrostatički test

Izvod

U radu su prikazani rezultati ispitivanja hidrostatičkim pritiskom do rasprskavanja zavarenih boca, izrađenih od legure AlMg3 debljine 4 mm. Mernim trakama je praćena deformacija boce na karakterističnim mestima da bi se odredilo naponsko stanje. Naponsko stanje boce je takođe proračunato primenom membranske teorije ljuski za tankozidne posude pod pritiskom. Usvajanje pritiska kao promjenjive izvedeni su osnovni izrazi za napone i deformacije. Proračunati naponi i deformacije su upoređeni sa izmerenim vrednostima.

Key words:

- pressure vessel
- AlMg3 alloy
- hydrostatic cold pressure

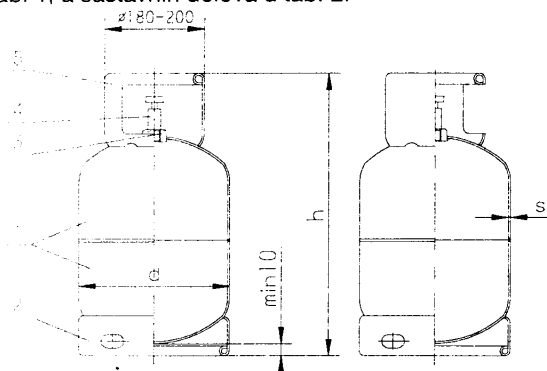
Abstract

In the paper are presented results of testing by hydrostatic pressure up to the bursting of welded container, produced of AlMg3 alloy, 4 mm in thickness. Strains on characteristic position had been recorded by strain gauges in order to determine stress state. Stress state of container is also calculated using membrane theory for shells for thin walled pressure vessels. Taking pressure as the variable the basic expressions for stresses and strains are developed. Calculated stresses and strains are compared with measured values.

UVOD

Boce pod pritiskom za propan-butan gas, nazivnog punjenja 10 kg, definisane standardom JUS M.Z2.510/82, izrađuju se od čelika Č.1216, koji je propisan standardima JUS C.B4.014 i JUS C.B4.030. Telo boce je dvodelno, a njegove polutke su spojene kružnim šavom. Polutke su oblikovane dubokim izvlačenjem ravnog lima (rondele).

Eksperimentalno su izrađene takve boce od legure aluminijuma AlMg3 (sl. 1) /1/. Osnovna prednost boce od AlMg3 je mala masa, približno dva puta manja od mase čelične boce. Zavarljivost odabrane legura je dobra i omogućava automatizaciju procesa. Podaci o boci su dati u tab. 1, a sastavnih delova u tab. 2.



Slika 1. Konstrukcija boce za butan propan od legure AlMg3

Tabela 1. Dimenzije aluminijumske boce

Nazivno punjenje (kg)	Prečnik d (mm)	Visina H max (mm)	Debljina S (mm)	Zapremina (l)	Masa boce (kg)
10	300	590	4	24,70	7,8

Tabela 2. Sastavni dijelovi aluminijumske boce

Pozicija	Naziv dijela	Standard
1	Telo boce	JUS M.Z2.401
2	Postolje	JUS M.Z2.402
3	Usadnik	JUS M.Z2.403
4	Ventil	JUS M.C5.350
5	Zaštitni lim	JUS M.Z2.502

Osnovne tehnološke operacije proizvodnje boce su:

- duboko izvlačenje polutke iz rondele;
- zavarivanje dve polutke, i
- zavarivanje usadnika na gornju polutku.

Radni pritisak boce je $p_r=16$ bar, a dopušteni maksimalni pritisak je $p_{max}=25$ bar. Standard JUS M.Z2.502 propisuje da se svaka boca mora ispitati hladnim vodenim pritiskom od 25 bar, a jedna boca iz serije pritiskom do rasprskavanja, $p_b>68$ bar.

U ovom radu je prikazano ispitivanje hladnim vodenim pritiskom do rasprskavanja boce.

MATERIJAL ZA IZRADU BOCE

Upotrebom Al-legura za izradu prenosnih boca za propan butan moguće je optimalno koristiti karakteristike materijala. Mehaničke osobine Al legura za izradu boce se unekoliko razlikuju od odgovarajućih veličina za čelik, tako da je potrebna debljina lima nešto veća. Zbog veće debljine zida Al-boce, masa boce je, umjesto na trećinu, svedena skoro na polovinu mase čelične boce. Plastičnost legure AlMg3 je zadovoljavajuća, tako da se bez problema može duboko izvlačiti, odnosno istiskivati iz rondele. Zavarljivost AlMg3 legure je dobra i osobine kvalitetno izvedenog zavarenog spoja su zadovoljavajuće. Boce od legura aluminijuma zavaruju se TIG ili MIG postupkom.

Eksperimentalne boce su izrađene od legure AlMg3 u žarenom stanju. Hemijski sastav ove legure je dat u tab. 3, a mehaničke osobine u tab. 4.

Tabela 3. Hemijski sastav AlMg3 za izradu boca

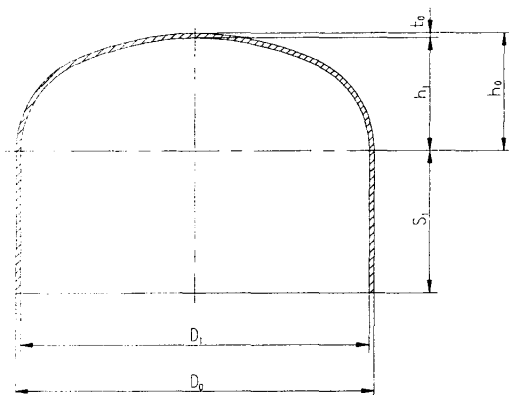
Element	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
%	0,40	0,50	0,10	0,20-0,70	3,50-5,50	0,05-0,25	0,25	0,15	ostatak

Tabela 4. Mehaničke karakteristike AlMg3 za izradu boca (JUS M.Z2.502/94)

Mehaničke karakteristike	AlMg ₃ (žaren)
Zatezna čvrstoća, R_m , MPa	min 260
Konvencionalni napon tečenja R_p , MPa	min 190
Izduženje, %, $L_0=5 d_0$	12

Eksperimentalne aluminijumske boce su izrađene od rondele debljine 4,5 mm, a minimalna debljina zida je 4 mm.

Oblik polutke aluminijumske boce je prikazan na sl. 2.



Slika 2. Konstrukcija polutke boce od AlMg₃ legure

FORMULE ZA ODREĐIVANJE NAPONA I DEFORMACIJA

Odnos minimalne debljine zida boce ($t = 3$ mm), i unutrašnjeg prečnika ($D_i = 294$ mm) je $t/D_i \approx 0,01$, što govori da se radi o tankozidnoj posudi, koja se proračunava primenom membranske teorije ljuski. Za cilindrične posude male debljine zida izložene unutrašnjem pritisku važe sledeći izrazi za glavne napone σ_1 , σ_2 i σ_3 :

$$\sigma_1 = \sigma_t = \frac{\rho D_i}{2t} \quad \sigma_2 = \sigma_m = \sigma_z = \frac{\rho D_i}{4t} \quad \sigma_3 = \sigma_r = 0 \quad (1)$$

Za eksperimentalnu bocu je $D_i=294$ mm i $t=4,2$ mm (izmereno na boci), pa se komponente napona mogu izraziti preko pritiska kao jedine promenljive:

$$\sigma_t = 35 \cdot \rho; \quad \sigma_z = 17,5 \cdot \rho; \quad \sigma_r = 0 \quad (2)$$

gde je σ_t napon u obimskom pravcu, σ_z napon u aksijalnom pravcu, a σ_r napon u radialnom pravcu. Pri tome se napon dobija u MPa ako se pritisak ρ izrazi u MPa. Uporedni napon σ_j je jednak:

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma_t^2 - \sigma_t \cdot \sigma_z + \sigma_z^2} \leq \sigma_{zdop} \quad (3)$$

gde je σ_{zdop} dopušteni napon na zatezanje. Na osnovu izraza (3) sledi da je vrednost uporednog napona:

$$\sigma_j = E \varepsilon_j = \sqrt{3} \frac{\rho D_i}{4t} = 30,3 \cdot \rho \quad (4)$$

Odgovarajući izrazi za deformacije, prema Hukovom zakonu, su:

$$\varepsilon_1 = \frac{\left(1 - \frac{\nu}{2}\right) \rho D_i}{2Et} \quad \varepsilon_2 = \frac{\left(\frac{1}{2} - \nu\right) \rho D_i}{2Et} \quad \varepsilon_3 = \frac{3\nu \rho D_i}{4Et} \quad (5)$$

Zamenom podataka za leguru AlMg3 (Poissonov koeficijent $\nu=0,33$; modul elastičnosti $E=77$ GPa) dobijaju se jednačine koje direktno povezuju deformacije u $\mu\text{m/m}$ sa pritiskom u MPa kao jedinom promenljivom:

$$\varepsilon_t = 380 \cdot \rho; \quad \varepsilon_z = 77,2 \cdot \rho; \quad \varepsilon_r = -225 \cdot \rho; \quad \varepsilon_j = 394 \cdot \rho. \quad (6)$$

Treba napomenuti da su prethodni izrazi izvedeni uz uslov da je boca izrađena od izotropnog homogenog materijala, ne uzimajući u obzir koncentraciju napona zbog promene geometrijskog oblika (džance, usadnik) i zaostale tehnološke napone (valjanje, savijanje, duboko izvlačenje i zavarivanje).

Kao maksimalni dozvoljeni ekvivalentni napon usvojen je napon σ_e , MPa, na ispitnom pritisku. On je jednak:

0,75 x napon tečenja $R_{p0,2}$, x faktor smanjenja čvrstoće

Faktor smanjenja čvrstoće zavarenog spoja je između 0,8 i 0,95.

ISPITIVANJE BOCE HLADNIM VODENIM PRITISKOM

Izrađena boca za propan-butan se podvrgava probom hidrauličkom ispitivanju. Standard JUS M.Z2.502, propisuje da boca mora biti ispitana hladnim vodenim pritiskom od 25 bara, koji je za oko 60% veći od radnog pritiska (16 bar). Ispitivanje ima za cilj proveru nepropustljivosti i otpornosti zavarenih spojeva, kao i stabilnost dimenzija boce. Treba imati u vidu da pri ispitivanju hladnim vodenim pritiskom dolazi do deformacijskog ojačavanja. Zbog toga, ispitivanje hladnim vodenim pritiskom nije samo operacija kontrole na kraju izrade, već i operacija poboljšanja otpornosti boce, jer se boca definitivno stabilizuje, u odnosu na deformacije pri pritisku u uslovima eksploatacije.

Posle hidraulične probe pritiskom $\rho_{max}=25$ bar izvršeno je ispitivanje boce za propan-butan hidrostatskim pritiskom do rasprskavanja.

U ovom ispitivanju je određen pritisak pri kome dolazi do pojave prvih plastičnih deformacija, kao i pritisak na kome dolazi do rasprskavanja boce. Pritisak rasprskavanja je određen samo na jednoj boci, a za preciznije pokazatelje

bilo bi neophodno ispitivanje do rasprskavanja više boca. Međutim, pritisak rasprskavanja nije usvojen kao kriterijum ispitivanja, odnosno proračuna boce. Očigledno je, da je dozvoljena deformacija, kriterijum proračuna boce, a ne pritisak rasprskavanja. Jedini cilj određivanja ovog pritiska je da se eksperimentalno odredi njegova veličina i da se vidi da li dolazi do loma u sučeono zavarenom spoju između polutki ili na nekom drugom mjestu.

Rezultati ispitivanja boce hladnim vodenim pritiskom

Za ispitivanje hladnim vodenim pritiskom Al boce za propan-butan, korišćena je ručna pumpa "Jastrebac", Niš, maksimalnog pritiska 250 bar. Ispitivanje je izvedeno u Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Na sl. 3. prikazana je boca, pripremljena za ispitivanje.



Slika 3. Boca opremljena mernim trakama za ispitivanje hladnim vodenim pritiskom

Da bi se dobila što potpunija slika o ponašanju boce pod dejstvom unutrašnjeg pritiska, deformacija su merene pomoću mernih traka firme "Hottinger Baldwin Messtechnik". Raspored mernih traka (sl. 4) je usvojen tako da se prati ponašanje zavarenog spoja (trake 1-6) i osnovnog materijala (trake 7-9, spojene u rozetu). Merne trake 1-6, su postavljene u obimskom pravcu, jer je napon u tom pravcu veći od napona u aksijalnom pravcu. Isto tako su i deformacije u obimskom pravcu veće od onih u aksijalnom pravcu.

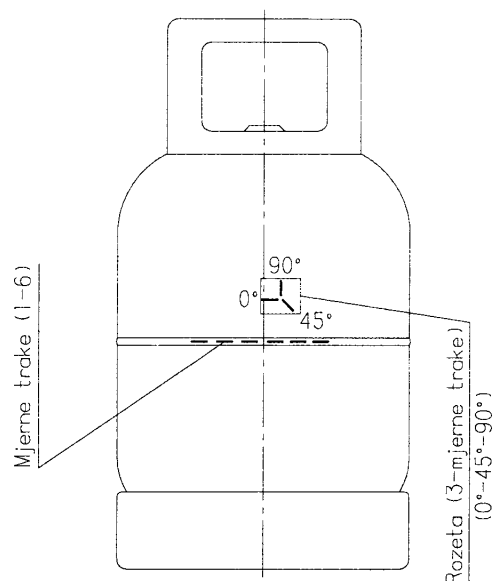
Rozeta, sa mernim trakama 7-9, je smeštena na gornjoj polutki, oko 50 mm od ose šava tako, da su tri merne trake u obimskom, aksijalnom i pravcu pod 45° u odnosu na osu šava. Tako su merene deformacije i naponi u dva glavna pravca i to na osnovnom materijalu.

Ukupno su izvedena četiri eksperimenta:

- prethodni test,
- proba 40 bara,
- proba 50 bara i
- proba 65 bara.

Vizuelno je praćena nepropustnost boce i promena oblika boce.

Rezultati ispitivanja su uz pomoć softvera obrađeni na uređaju firme "Hottinger Baldwin Messtechnik". Kao ilustracija, očitane vrijednosti deformacija po mernim trakama u testu "proba 65" su dati u tab. 5, jer je u tom testu došlo do rasprskavanja.



Slika 4. Raspored mernih traka za merenje deformacija na boci

U ovom ispitivanju je pritisak povećavan od 0,2 bara do 62,2 bar, kada je došlo do rasprskavanja, posle čega je pritisak pao na 0,6 bar. Do procurivanja je došlo na zavarenom spoju usadnika, a zavareni spoj dve polutke je ovaj pritisak izdržao. Usadnik je bio zavaren samo sa unutrašnje strane, a kako se to mesto pokazalo kritičnim, potrebno je predvideti zavarivanje usadnika i sa spoljne strane. Pritisak u ovom testu je povremeno i smanjivan, a boca rasterećivana iz elastičnog područja (sa 24,9 bar na 15,6 bar), ali i iz plastičnog područja (50,6 bar na 29,7 bar). Poslije poslednjeg rasterećivanja, (55,8 bar na 41 bar) rast pritiska je bio kontinualan do konačnog rasprskavanja (41-44,4-50-55,8-59,4-61,4-62,2).

Koristeći izraze (6) može se odrediti ekvivalentna deformacija, prelaska iz elastičnog u plastično područje:

$$\varepsilon_f = 2,337 \times 10^{-3} \text{ mm} = 2337 \text{ } \mu\text{m/m}$$

Ova se deformacija očekuje pri pritisku od 67 bar i približno je pet puta veća od odgovarajuće deformacije za aksijalni pravac. Naponi koji su odgovaraju toj deformaciji se mogu izračunati iz izraza (2):

$$\sigma_t = 235 \text{ MPa} \quad \sigma_z = 117,5 \text{ MPa}$$

Na sl. 5. je data promena veličine deformacije u zavisnosti od pritiska ispitivanja.

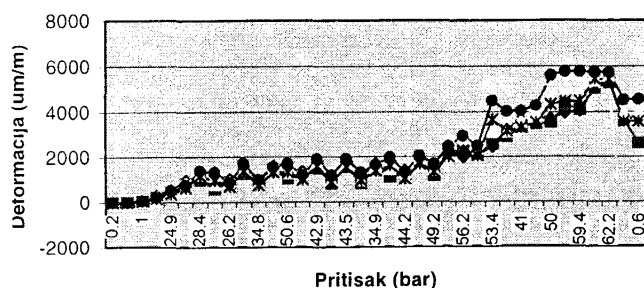
Merne trake 7, 8 i 9, spojene u rozetu, su kao referentne, zalepljene na osnovni materijal. Jedna merna traka je postavljena pod uglom 0° u odnosu na ose šava dve polutke (kao šest mernih traka na šavu), i one služe za merenje deformacija u obimskom pravcu. Druga merna traka je postavljena pod uglom od 90° u odnosu na osu šava, odnosno postavljena je u pravcu vertikalne ose boce (pravac valjanja), i ona služi za merenje deformacija u aksijalnom pravcu. Treća merna traka, postavljena pod 45°, služi za određivanje pravca glavnih napona.

Na sl. 6. prikazana je zavisnost deformacije od pritiska za sve tri merne trake, a u tab. 6. su date očitane vrednosti deformacija u obimskom i aksijalnom pravcu (ε_t i ε_z), zajedno sa izračunatim vrednostima uporednih deformacija ("proba 65"). Na osnovu izmerenih deformacija su izračuna-

te i komponente napona σ_T i σ_Z i ekvivalentni napon σ_I i takođe unete u tab. 6. Na sl. 7. je data zavisnost izračunatih napona od pritiska.

Tabela 5. Očitane vrednosti deformacija u ispitivanju do rasprskavanja

Očitavanje	Merna traka, $\mu\text{m}/\text{m}$									Pritisak bar
	MT1	MT2	MT3	MT4	MT5	MT6	R0°	R45°	R90°	
1	-11	-20	-19	-17	-22	-21	-12	-1	-8	0,2
2	-11	-20	-19	-17	-22	-21	-11	-1	-8	0,3
3	-16	-17	3	29	46	77	91	50	17	1
4	296	227	229	194	162	212	347	408	126	17,3
5	552	442	451	389	367	498	709	634	226	24,9
6	974	811	842	743	657	755	832	445	198	15,6
7	1019	986	1191	1204	1158	1372	1561	851	382	28,4
8	651	619	787	863	948	1314	1740	1169	481	41,3
9	1030	857	897	795	706	866	1033	695	272	26,2
10	1355	1252	1419	1380	1348	1688	2064	1232	531	42,3
11	963	797	845	794	755	971	1224	898	340	34,8
12	1609	1440	1561	1432	1308	1536	1750	963	424	32,6
13	1075	1042	1264	1296	1312	1694	2124	1392	565	50,6
14	1361	1153	1224	1100	988	1171	1314	798	325	29,7
15	1595	1495	1720	1668	1585	1906	2213	1255	541	42,9
16	997	840	945	894	869	1175	1524	1109	420	41,9
17	1705	1531	1701	1620	1542	1888	2219	1268	544	43,5
18	1002	849	959	940	945	1296	1704	1255	474	47,6
19	1693	1489	1614	1484	1361	1625	1853	1024	441	34,9
20	1113	1119	1451	1551	1577	1962	2354	1426	595	50,2
21	1399	1181	1258	1130	1022	1287	1596	1153	432	44,2
22	1817	1772	1957	1871	1671	2027	2386	1364	526	46,5
23	1167	1181	1388	1413	1318	1677	2020	1319	460	49,2
24	2150	2282	2828	2597	2005	2453	2271	1211	280	36,2
25	1969	2214	2877	2763	2283	2917	3022	1798	459	56,2
26	2100	2141	2562	2342	2036	2478	2417	1408	257	43,9
27	2430	2553	3162	3661	3632	4455	3601	2020	335	53,4
28	3198	2895	3121	3145	3125	4020	3228	2001	282	55,8
29	3648	3332	3582	3492	3296	4033	3008	1624	150	41
30	3715	3460	3857	3769	3508	4265	3389	1761	202	44,4
31	3698	3543	4973	4973	4297	5591	4240	2223	172	50
32	3917	4282	5015	4980	4434	5758	4519	2470	229	55,8
33	4007	4101	4747	4762	4464	5750	4943	2952	202	59,4
34	5100	5035	5371	5268	5431	5740	5044	3030	208	61,4
35	5400	5244	5566	5414	5421	5713	4943	2988	159	62,2
36	3693	3630	3923	1606	3555	4507	1532	1221	-814	0,6
37	3666	2604	3899	513	3568	4541	429	1227	-885	0,6



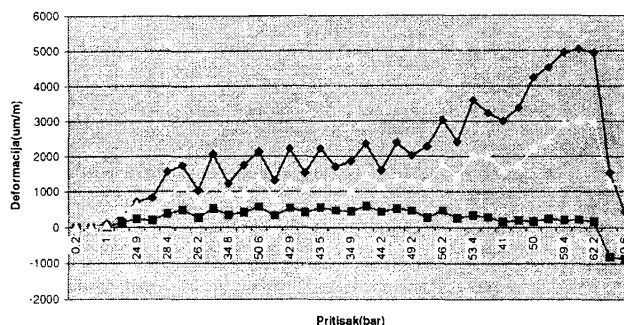
Slika 5. Promene deformacija u zavisnosti od pritiska za merne trake 1-6 (sl. 4)

Treba napomenuti da neki rezultati izmerenih deformacija pri hidrostatičkom ispitivanju nisu bili u skladu sa očekivanim. Naime, kao što se vidi iz tab. 5, pri nekim vrednostima pritiska u nekim ciklusima rasterećivanja (npr. u pri promeni pritiska 49,2-

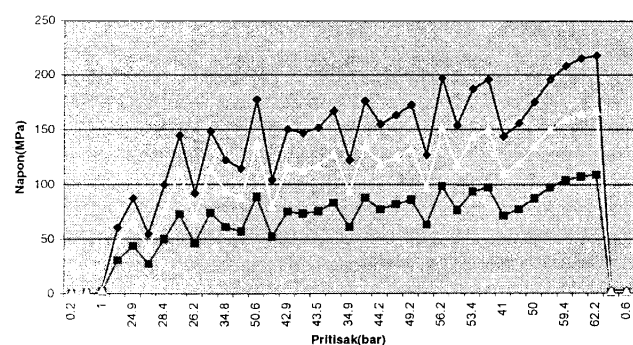
36,2-56,2 bar), izmerene deformacije nisu pratile pad i porast pritiska na odgovarajući način, jer u tim slučajevima manometar nije na odgovarajući način pratio promene pritiska. Ipak, ovaj problem ne utiče na ukupnu ocenu dobijenih rezultata pri hidrostatičkom ispitivanju.

Tabela 6. Očitane vrednosti deformacija ϵ_I i ϵ_Z i iz njih izračunate vrednosti uporedne deformacije ϵ_I , komponenti napona σ_T i σ_Z i ekvivalentnog napona σ_I

Očitavanje	Deformacije			Naponi			Pritisak bar
	ϵ_I	ϵ_Z	ϵ_I	σ_T	σ_Z	σ_I	
1	-12	-8	12	0.7	0.35	0.53	0,2
2	-11	-8	11	1.05	0.57	0.80	0,3
3	91	17	94	3.5	1.75	2.68	1
4	347	126	360	60.5	30.2	46.3	17,3
5	709	226	735	87.1	43.5	66.7	24,9
6	832	198	863	54.6	27.3	41.8	15,6
7	1561	382	1619	99.4	49.7	76.1	28,4
8	1740	481	1804	144	72.2	110.	41,3
9	1033	272	1071	91.7	45.8	70.2	26,2
10	2064	531	2140	148	74	113.	42,3
11	1224	340	1269	121.	60.9	93.2	34,8
12	1750	424	1815	114.	57.0	87.3	32,6
13	2124	565	2203	177.	88.5	135.	50,6
14	1314	325	1363	103.	51.9	79.6	29,7
15	2213	541	2295	150.	75.0	114.	42,9
16	1524	420	1580	146.	73.3	112.	41,9
17	2219	544	2301	151.	75.6	116.	43,5
18	1704	474	1767	166.	83.3	127.	47,6
19	1853	441	1922	122.	61.0	93.5	34,9
20	2354	595	2441	175.	87.8	134.	50,2
21	1596	432	1655	154.	77.3	118.	44,2
22	2386	526	2474	162.	81.3	124.	46,5
23	2020	460	2095	172.	86.1	131.	49,2
24	2271	280	2355	126.	63.3	97	36,2
25	3022	459	3134	196.	98.3	150.	56,2
26	2417	257	2506	153.	76.8	117.	43,9
27	3601	335	3734	186.	83.4	143.	53,4
28	3228	282	3347	195.	97.6	149.	55,8
29	3008	150	3119	143.	71.7	109.	41
30	3389	202	3514	155.	77.7	119	44,4
31	4240	172	4397	175	87.5	134	50
32	4519	229	4686	195.	97.6	149.	55,8
33	4943	202	5126	207.	104	159.	59,4
34	5044	208	5231	214.	107	164.	61,4
35	4943	159	5126	217.	108.	166.	62,2
36	1532	-814	1589	2.1	1.05	1.60	0,6
37	429	-885	445	2.1	1.05	1.60	0,6

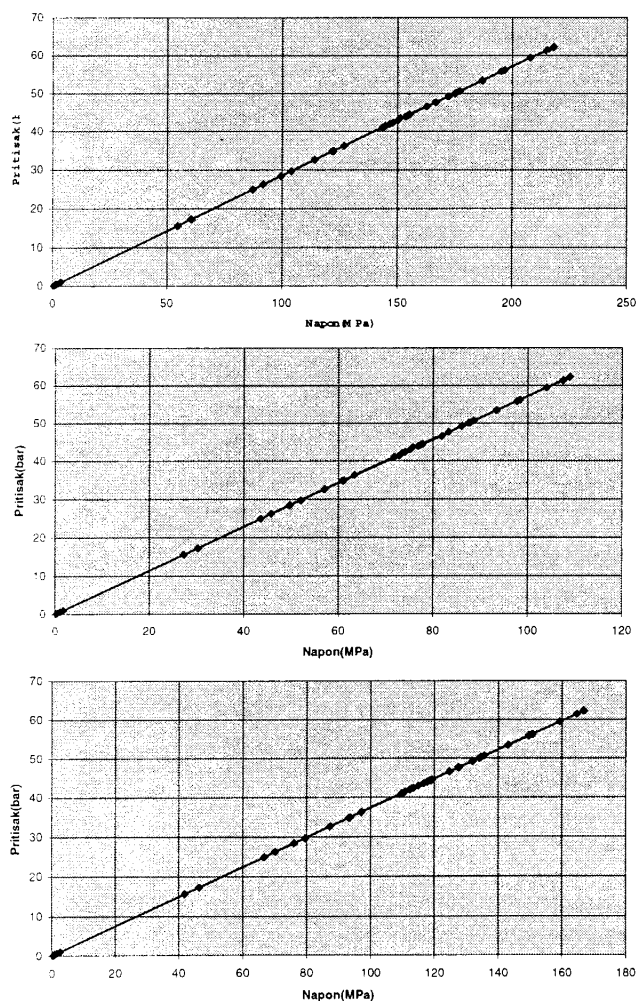


Slika 6. Promene deformacija u zavisnosti od pritiska za merne trake rozete: traka 0° gore, traka 45° u sredini, traka 90° dole



Slika 7. Promene izračunatih napona sa pritiskom: gore - obimni napon; u sredini - ekvivalentni napon; dole - aksijalni napon

Ako se predstavi zavisnost komponenti napona i ekvivalentnog napona od pritiska samo u fazi njegovog porasta dobija se prava linija, sa maksimalnom vrednosti od 217 MPa za obimni napon (sl. 8). Prema tome, deformacije na osnovnom materijalu su elastične sve do dostignutog pritiska od 62,2 bar.



Slika 8. Promena obimne (gore) i aksijalne (sredina) komponente napona i ekvivalentnog napona (dole) sa rastućim pritiskom

Ispitivanja mehaničkih osobina osnovnog materijala i zavarenog spoja /1/, odnosno epruveta napravljenih od njih, zatezna čvrstoća osnovnog materijala je u dijapazonu od $R_m = 280-340$ MPa, dok je ta čvrstoća zavarenog spoja

u proseku 250 MPa. Očigledno su potrebna dalja ispitivanja da bi se doneo zaključak o čvrstoći Al boca.

ZAKLJUČAK

Rezultati ispitivanja čeličnih boca za butan propan su pokazala da do rasprskavanja dolazi pri pritisku od 100-140 bara, odnosno pri srednjem pritisku od 125 bara /3/. Imajući u vidu konstrukcijsko rešenje Al boce za butan propan, treba očekivati da se ovoliki pritisak rasprskavanja i kod njih postigne. Na osnovu izvedenog ispitivanja može se oceniti da je to moguće, s obzirom da se kritično mesto zavarenog spoja usadnika može konstrukcijski i tehnološki pojačati. U svakom slučaju, na osnovu standarda JUS M.Z2.502, a i na osnovu maksimalnog dozvoljenog pritiska u boci od 25 bara, Al boce, morale bi da izdrže minimalni pritisak za hidrostatičko ispitivanje rasprskavanjem od 75 bara.

Dopušteni napon, merodavni za proračun, se dobija kada se napon tečenja podeli sa stepenom sigurnosti. Na osnovu rezultata proračuna ove boce se može videti, da je koeficijent sigurnosti Al-boce u pogledu otpornosti prema trajnim (plastičnim) deformacijama, pod dejstvom unutrašnjeg pritiska zadovoljavajući (preko 3). To znači da boca u koju je ugrađen kvalitetan osnovni materijal i koja je zavarena na odgovarajući način, može izdržati pritiske koji su i znatno veći od ispitnog pritiska ($p_{max} = 25$ bara).

Jedna od osnovnih karakteristika Al-legura za gnječenje, kojima pripada i AlMg3 legura, je promena mehaničkih osobina deformacijskim ojačavanjem. Prilikom proračuna koriste se polazni podaci o mehaničkim osobinama, koje se menjaju poslije operacije dubokog izvlačenja, pa ni merodavni napon tečenja R_p ovog materijala više nije isti, što utiče na ponašanje materijala u konstrukciji.

Dodatni problem u vezi sa naponom tečenja, koji se koristi kao ulazni podatak za proračun, je izrazito nelinearno ponašanje zavarenih spojeva, kao što se vidi na dijagramima zatezanja /1/.

U ovom radu boce su ispitivane povećanjem unutrašnjeg pritiska do razaranja, koje se dogodilo pri pritisku od 62,2 bar, na mestu spoja usadnika sa gornjom polutkom boce. Praćenjem deformacija pomoću mernih traka u metalu šava i osnovnom metalu došlo se do zaključka da u cilindričnom delu boce nije bilo plastičnih deformacija, što ukazuje na činjenicu da ovakve boce mogu da izdrže znatno veći pritisak od primenjenog.

Na osnovu hidrostatičkih ispitivanja, kao i na osnovu ispitivanja mehaničkih svojstava osnovnog metala i metala šava /1/, može da se zaključi da bi ovakva boca izdržala propisani pritisak od 68 bar. Naravno da je za relevantan zaključak o pritiscima koje boca može da izdrži potrebno serijsko ispitivanje više ovih boca, čime bi se upoređivali dobijeni rezultati, kao i promene načina i uslova samog ispitivanja.

Dodatni problem u analizi rezultata merenja deformacija je bila nesigurnost u proceni pritiska pri kome počinju plastične deformacije, što je posledica nesigurnosti u određivanju vrednosti napona tečenja, posebno kod zavarenih spojeva. Prateći promene izmerenih deformacija može da se zaključi da je početak plastičnih deformacija odgovarao

pritisku od 56,2 bar. Toj vrednosti pritiska odgovara napon tečenja od 150 MPa, što su sasvim moguće vrednosti prema ispitivanjima zatezanjem /1/.

Upoređenje više ovakvih ispitivanja međusobno, a zatim upoređenje sa ovakvim ispitivanjima i njihovim rezultatima izvedenim na čeličnim bocama, dovelo bi na kraju do jasnijeg zaključka o sigurnosti boca od Al-Mg legura, u uslovima koji bi u potpunosti ili bar približno bili kao u eksploataciji.

LITERATURA

1. N. Abramović, I. Glavardanov, S. Putić: "Analiza osobina zavarnog spoja boce za propan-butan gas od legure AlMg3", Zavarivanje i zavarene konstrukcije, 3/1999, str. 91-98.
2. N. Abramović; " ", Magistarski rad, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 1999.
3. Studijsko ispitivanje i ocena kvaliteta butan boca od 10kg iz eksploatacije, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, Novi Sad, 1985.g.

CENOVNIK

1. ČASOPIS "ZAVARIVANJE I ZAVARENE KONSTRUKCIJE"- 2000. godina				
• pretplata za preduzeća	.....			800 dinara
• pretplata za pojedince	.....			500 dinara
• pojedinačna cena broja	.....			250 dinara
2. ČASOPIS - stari brojevi - pojedinačna cena broja za prethodne godine	.....			100 dinara
3. ZBIRKA STANDARDA "OBEZBEĐENJE KVALITETA U ZAVARIVANJU"	.....			300 dinara
4. ZBORNIK RADOVA SAVETOVANJA "ZAVARIVANJE 96"	.....			150 dinara
5. ZBORNIK RADOVA SAVETOVANJA "ZAVARIVANJE 94"	.....			80 dinara
6. ZAVARIVANJE SIVOG LIVA U ODRŽAVANJU OPREME	.....			100 dinara
7. TERMIČKA OBRADA ZAVARENIH SPOJEVA	.....			70 dinara
ČLANARINA DUZS za 2000. godinu		za zaposlene	za penzionere	za studente
		400 dinara	200 dinara	100 dinara

Društvo za unapređivanje zavarivanja u Srbiji
11000 Beograd, Grčića Milenka 67
Tel: 011/414-301; fax: 011/402-849

NARUDŽBENICA

Ovim naručujemo primeraka

Cena jednog primerka iznosi dinara.

Uplatu izvršiti na žiro račun Društva za unapređivanje zavarivanja u Srbiji broj 40816-678-5-4239.

Naručilac (prezime i ime):

Adresa preduzeća:

Telefon: Telefaks:

Datum

Potpis ovlašćenog lica

PRISTUPNICA

Društvo za unapređivanje zavarivanja u Srbiji, 11000 Beograd, Grčića Milenka 67

Telefon: 011/ 414-301, faks: 011/ 402-849, e-mail: asedmak@eunet.yu

Žiro račun: 40816-678-5-4239

Prijavljujem se za učlanjenje u Društvo za unapređivanje zavarivanja u Srbiji.

Prezime i ime

Mesto i datum rođenja

Stalna adresa

Telefon

Podaci o zaposlenju:

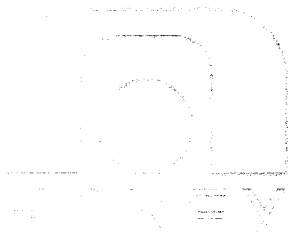
Preduzeće

Adresa preduzeća

Telefon i telefaks u preduzeću

Funkcija

Datum Potpis



PREDUZEĆE ZA MARKETING
PROMET I USLUGE D.O.O.
11000 BEOGRAD
MIJE KOVAČEVIĆA 9
TEL./FAX: 759-503, 750-437, 763-581

APARATI, DELOVI I DODATNI MATERIJALI ZA ZAVARIVANJE



CEBORA
L'energia è portata al mano
I T A L I A

- * APARATI ZA MIG/MAG, TIG I REL ZAVARIVANJE
- * APARATI ZA REZANJE VAZDUŠNOM PLAZMOM
- * PLAZIMA GORIONICI ZA APARATE SVIH PROIZVOĐAČA
- * STARTERI MOTORA I PUNJAČI AKUBATERIJA



- * AGREGATI ZA STRUJU
OD 1 kW DO 287 kW
- * AGREGATI ZA ZAVARIVANJE
OD 20 A DO 550 A

Pozivamo Vas na saradnju !