



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



IZVJEĆE O STATIČKOM I DINAMIČKOM ISPITIVANJU UPORNOG DRŽAČA PODVOZJA AUTOMOBILA



Naručitelj:
"MARIAL" Zdravko & Davor Maričić

ZAGREB, 2010.

IZVJEŠĆE O STATIČKOM I DINAMIČKOM ISPITIVANJU SPONE KOTAČA

 Broj zapisnika: 06/10

 Datum: 2010-09-06
PODACI O NARUČITELJU:

<i>Naručitelj:</i>	Marial (Ugovor br.)
<i>Datum prijema uzorka:</i>	2010-09-06
<i>Zapisnik dostavljen:</i>	
<i>Osoba za kontakt:</i>	

PODACI O MJESTU ISPITIVANJA:

<i>Laboratorij:</i>	Laboratorij za eksperimentalnu mehaniku FSB, Ivana Lučića 5 10000 ZAGREB
<i>Datum ispitivanja:</i>	2010-07-15
<i>Datum izrade zapisnika:</i>	2010-07-16
<i>Ispitni postupak:</i>	
<i>Osoba za kontakt:</i>	Prof. dr. sc. Janoš Kodvanj, tel. 6168-425

UVJETI ISPITIVANJA:

<i>Mjerni uređaj:</i>	Servohidraulička kidalica Walter+Bai LFV 50-HH
<i>Tip (model) uređaja:</i>	LFV 50-HH
<i>Serijski broj uređaja:</i>	
<i>Područje sile opterećenja:</i>	0 do 63 kN
<i>Brzina deformiranja:</i>	5 mm/min
<i>Temperatura ispitivanja:</i>	+ 23°C
<i>Vlažnost</i>	

PODACI O MATERIJALU:

<i>Materijal:</i>	
<i>Datum proizvodnje:</i>	
<i>Kemijski sastav</i>	
<i>Oblik i dimenzije uzorka:</i>	
<i>Masa uzorka:</i>	
<i>Priprema i kondicioniranje uzorka:</i>	sobna temperatura

PODACI O UMJERAVANJU UREĐAJA:

<i>Datum umjeravanja:</i>	25.02.2010
<i>Način umjeravanja:</i>	
<i>Veličine koje se umjeravaju:</i>	Sila
Vrijednosti parametara umjeravanja:	
<i>Sila:</i>	
<i>Pomak:</i>	

	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	Listova:
Ispitao:	2010-07-16	Dr.sc. Ante Bakić		12
Odobrio:	2010-07-16	Prof.dr.sc. Janoš Kodvanj		

Broj zapisnika:

06/10

List: 3/12

UVOD:

Originalni uporni držač podvozja (u daljnjem tekstu spona) automobila marke ALFA ROMEO 156/147/GT/GTA (u daljnjem tekstu: AR – original) pokazivala je nedostatke u obliku nedovoljne krutosti prilikom eksploatacije. AR – originalna spona izrađena je od profiliranog lima i u na čije krajeve su uprešani gumeni nosači (slika 1).

U svrhu otklanjanja navedenog nedostatka konstruirana su dva tipa novih spona (AR – s dodatnim materijalom i AR - bez dodatnog materijala). Ove spona su izrađene od nehrđajuće bešavne cijevi na čijim krajevima su zavareni gumeni nosači. Prva od njih je zavarena s dodatnim materijalom, a druga čeonim spojem bez dodatnog materijala i to je jedina razlika među ove dvije spona.

U ovom izvješću prikazani su rezultati ispitivanja mehaničkih karakteristika spona. Sve tri vrste spona su podvrgnute statičkom vlačnom pokusu od čega je isti pokus ponovljen na tri uzorka. Dakle, ispitano je ukupno devet spona. Nakon što su rezultati potvrdili veću krutost novo konstruiranih spona (objašnjenje je dano uz pojedine dijagrame ispitivanja), spona AR – s dodatnim materijalom je dodatno podvrgnuta dinamičkom ispitivanju. Parametri i opis ispitivanja su dani uz svako pojedino ispitivanje.



Slika 1: Originalna (donja) i nova konstrukcija (gornja) AR spona

Popis oznaka

Oznaka	Veličina	Jedinica
F	sila opterećenja	N
S	pomak gornje čeljusti	mm
F_{\max}	maksimalna sila kod dinamičkog ispitivanja	N
F_{\min}	minimalna sila kod dinamičkog ispitivanja	N
S_{\max}	maksimalni pomak gornje čeljusti	mm
S_{\min}	minimalni pomak gornje čeljusti	mm
N	broj ciklusa	-

STATIČKO ISPITIVANJE

Spona je za ispitni uređaj zglobno učvršćena na način koji odgovara njenom učvršćenju prilikom eksploatacije (slika 2). Zglobne veze također osiguravaju jednoosno stanje naprezanja. Ispitivanje je provedeno pri sobnoj temperaturi brzinom od 5 mm/min do puknuća uzorka.



Slika 2: Zglobno pričvršćenje spone za ispitni uređaj

Na dijagramu 1 je prikazan porast sile opterećenja u ovisnosti o pomaku gornje čeljusti. Radi jednostavnosti prikaza, prikazana je srednja od tri krivulje ispitanih uzoraka. Rasipanje rezultata prekidnih sila na svim uzorcima je manje od 2 kN što dozvoljava da u daljnjoj analizi promatramo samo srednje krivulje.

Prekidna sila originalne spone iznosi 18,31 kN. U tablici 1. dane su numeričke vrijednosti sile opterećenja u ovisnosti o pomaku gornje čeljusti. Prilikom povećanja sile opterećenja iznad graničnih vrijednosti uočava se plastično deformiranje dijela spone koji nosi gumeni nosač, njegovo odvajanje od nosača te konačno njegov prijelom (slika 2.)

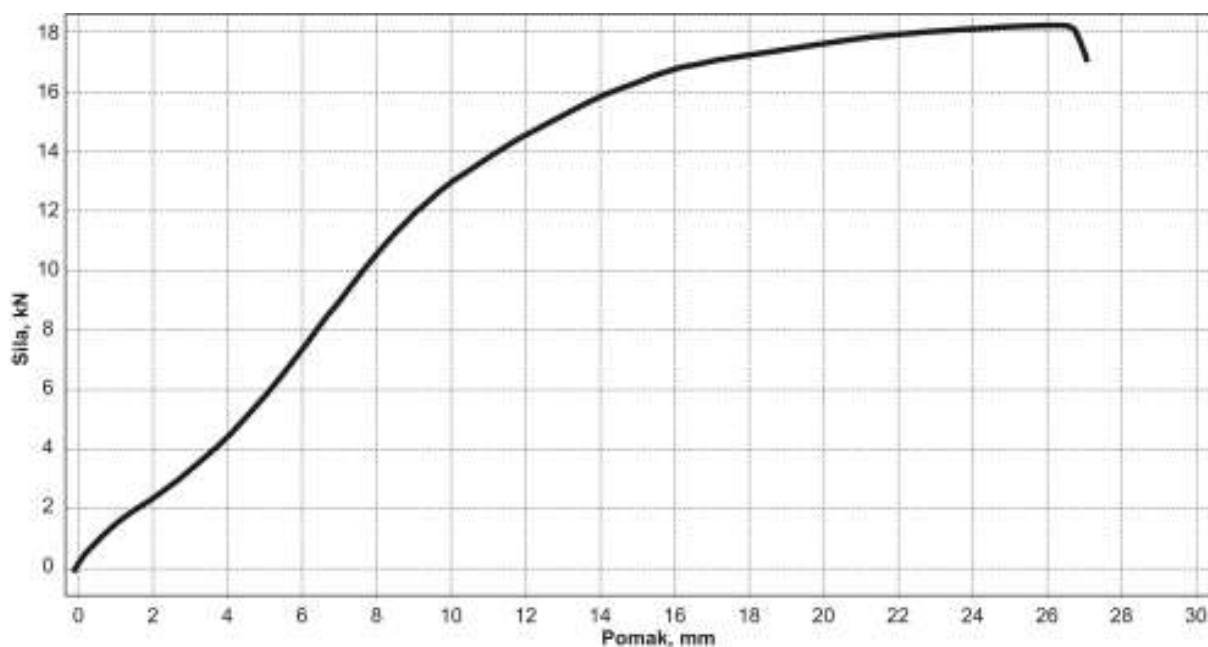


Slika 3: Pojava oštećenja na originalnoj AR sponi

Broj zapisnika:

06/10

List: 5/12



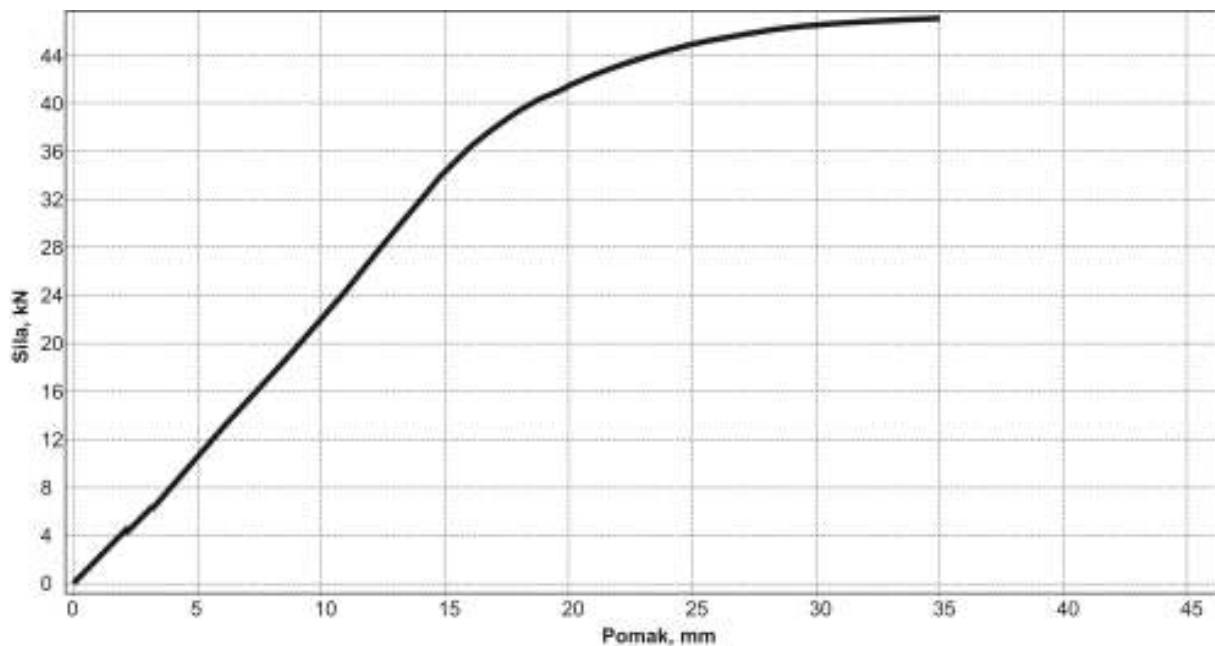
Dijagram 1: Sila – pomak gornje čeljusti, AR-original

Tablica 1: Numeričke vrijednosti statičkog ispitivanja originalne AR spone

Pomak [mm]	0,0320	1,0728	2,0438	3,0438	4,0435	5,0541	6,0453	7,0924	8,0707
Sila [kN]	0,0531	1,4339	2,3629	3,2681	4,4114	5,7930	7,3532	9,0348	10,5123
Pomak [mm]	9,0990	10,0365	11,0128	12,0035	13,0506	14,0197	15,0039	16,0495	17,0036
Sila [kN]	11,8706	12,8953	13,7531	14,5634	15,2068	15,8502	16,3506	16,7557	17,0417
Pomak [mm]	18,0292	19,0115	20,0128	21,0351	22,0042	23,0535	24,0172	25,0225	26,0505
Sila [kN]	17,1847	17,4468	17,5898	17,8043	17,9472	18,0425	18,0902	18,2570	18,2861

Broj zapisnika: 06/10
List: 6/12

Dijagram 2. prikazuje ispitnu krivulju za sponu AR – s dodatnim materijalom. Uočava se znatno veća prekidna sila (47.10 kN). Numeričke vrijednosti dane su u tablici 2. Nakon što sila opterećenja pređe granični iznos, počinje plastično deformiranje objemice gumenog nosača dok do loma dolazi na mjestu zavora (slika 4).



Dijagram 2: sila – pomak gornje čeljusti, AR- s dodatnim materijalom

Tablica 2: Numeričke vrijednosti statičkog ispitivanja spone AR – s dodatnim materijalom

Pomak [mm]	0,0257	2,0138	4,0220	6,0142	8,0213	10,0401	12,0311	14,0148
Sila [kN]	0,0577	4,1714	8,1121	12,8403	17,3079	22,0242	27,0895	31,8569
Pomak [mm]	16,0305	18,5040	20,0115	22,0630	24,0244	26,0155	28,0412	30,0125
Sila [kN]	36,2270	39,3059	41,3420	43,0304	44,3712	45,3148	46,0597	46,4569
Pomak [mm]	32,0176	34,0328	35,0186					
Sila [kN]	46,7549	47,7549	47,1025					

Broj zapisnika:

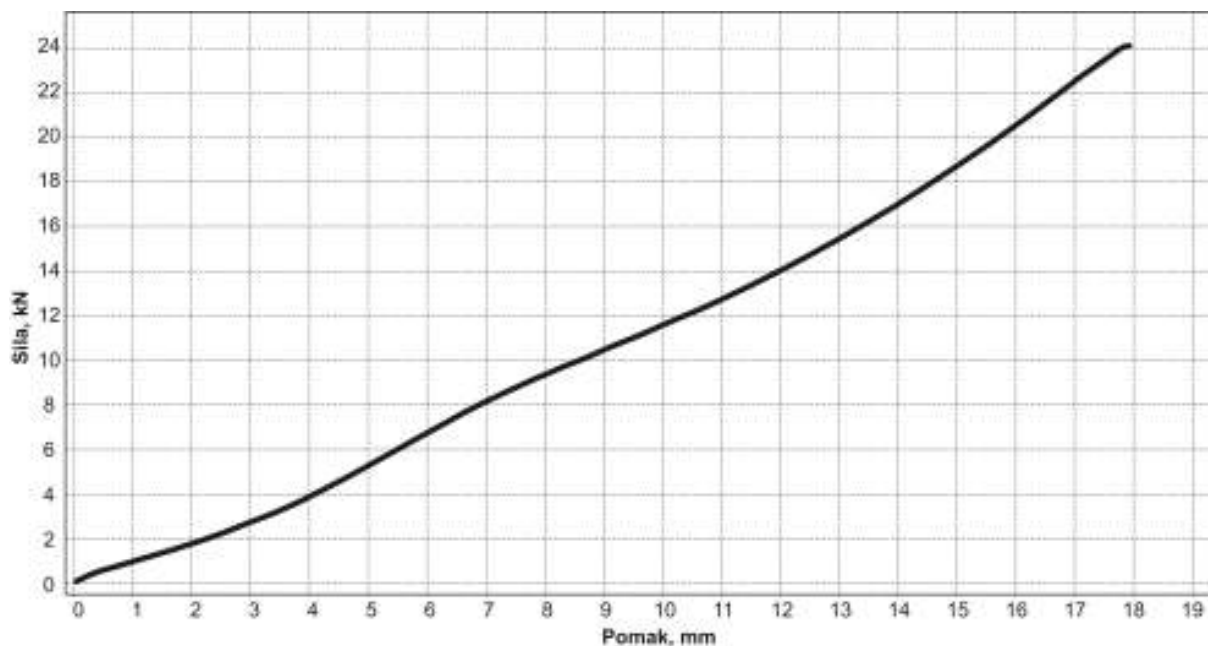
06/10

List: 7/12



Slika 4: Pojava oštećenja na novim konstrukcijama AR spone

Na dijagramu 3. prikazana je ovisnost sile opterećenja o pomaku gornje čeljusti ispitnog uređaja kod spone AR – bez dodatnog materijala. Prekidna sila iznosi 24.07 kN. Numeričke vrijednosti dane su u tablici 3. Nakon što sila opterećenja pređe granični iznos, uzorak se ponaša isto kao i spona AR – s dodatnim materijalom (slika 4).



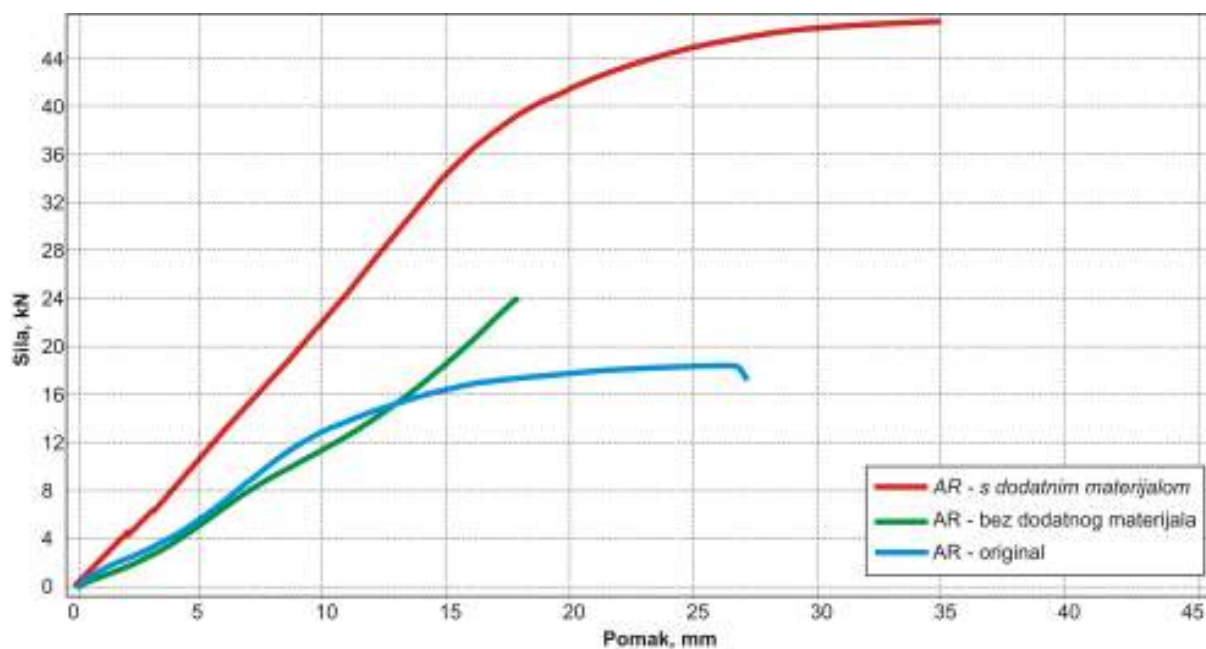
Dijagram 3: sila – pomak gornje čeljusti, AR- bez dodatnog materijala

Broj zapisnika: 06/10
List: 8/12

Tablica 3: Numeričke vrijednosti statičkog ispitivanja spona AR – bez dodatnog materijala

Pomak [mm]	0,0352	1,0260	2,0154	3,0385	4,0225	5,0213	6,0119	7,0335
Sila [kN]	0,0460	0,9656	1,7971	2,6906	3,8447	5,2967	6,7859	8,1262
Pomak [mm]	8,0145	9,0167	10,0367	11,0259	12,0296	13,0264	14,0148	15,0379
Sila [kN]	9,3715	10,3399	11,5566	12,7484	13,9651	15,4052	16,9447	18,7324
Pomak [mm]	16,0131	17,0148	17,8450					
Sila [kN]	20,5202	22,5066	24,0709					

Skupni rezultat prikazani su na dijagramu 4.



Dijagram4: skupni dijagram

Broj zapisnika:

06/10

List: 9/12

ZAKLJUČAK STATIČKOG ISPITIVANJA

Statičko ispitivanje spona automobila pokazalo je da najveću prekidnu silu postiže spona AR – s dodatnim materijalom. Krutosti spona odgovara nagib prikazanih krivulja. Umjesto nagiba tangente u pojedinoj točki može se promatrati nagib sekante u promatranom području. Odnosno krutost spona može se definirati kao:

$$K = \frac{\Delta F}{\Delta S},$$

gdje je ΔF prirast sile u promatranom području, a ΔS prirast pomaka u istom području. Odabrano područje zbog ujednačenosti, odgovarati će rasponu pomaka od 0-6 mm, odnosno području relativno malih pomaka koje odgovaraju eksploatacijskim uvjetima. Vrijednosti su očitane iz zapisa mjernog uređaja.

Krutost AR – originalne spona:

$$K = \frac{7,3532 - 0,0531}{6,0453 - 0,0320} = 1,214 \text{ N/mm}.$$

Krutost spona AR – s dodatnim materijalom:

$$K = \frac{12,8403 - 0,0577}{6,0142 - 0,0257} = 2,135 \text{ N/mm},$$

Krutost spona AR – bez dodatnog materijala:

$$K = \frac{6,7859 - 0,0460}{6,0119 - 0,0352} = 1,128 \text{ N/mm},$$

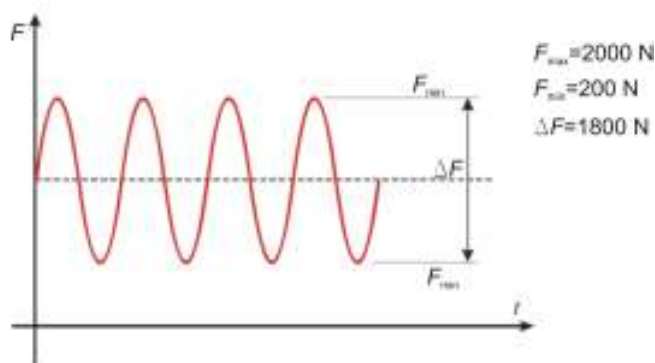
Vidljivo je da spona AR – s dodatnim materijalom osim što posjeduje najveću prekidnu silu također posjeduje i najveću krutost.

Broj zapisnika: 06/10

List: 10/12

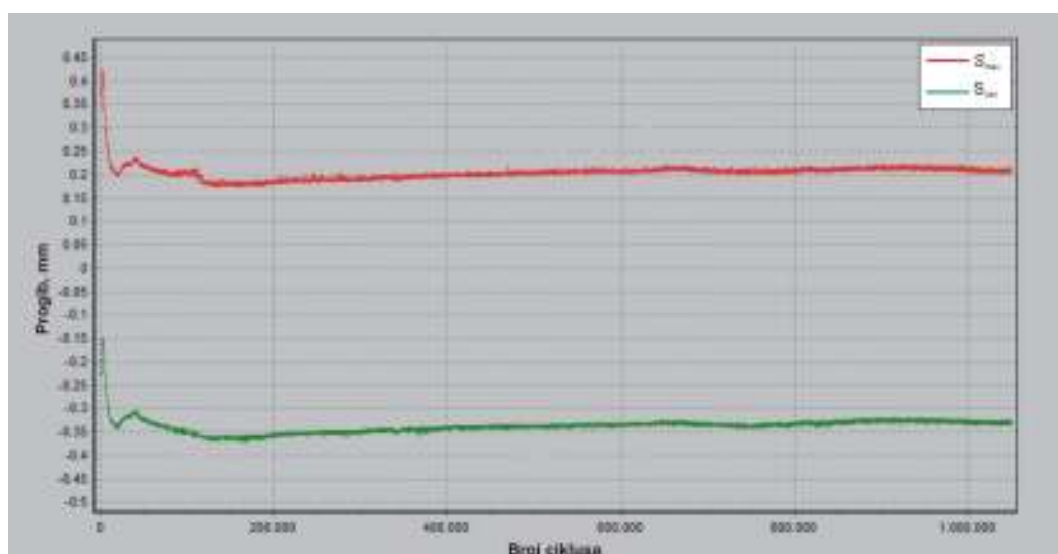
DINAMIČKO ISPITIVANJE

Podvozje automobila podložno je dinamičkom opterećenju te je nužno da spona zadovolji uvjete takvog opterećenja. Dinamički je ispitana samo spona AR – s dodatnim materijalom koja je pokazala najbolje mehaničke karakteristike kod statičkog ispitivanja. Parametri dinamičkog ispitivanja, odabrani su na osnovi procjene sila koje se javljaju u sponi prilikom eksploatacijskih uvjeta (slika 5). Maksimalna sila je 2000 N, a omjer maksimalne i minimalne sile opterećenja je $R=0.1$. Ispitivanje je trajalo do puknuća uzorka ili do 10^6 ciklusa.



Slika 5: Parametri dinamičkog ispitivanja

Na dijagramu 4. je prikazan odziv odnosno pomak gornje čeljusti ispitnog uređaja na zadano opterećenje. Radi preglednosti zapisivane su samo ekstremne vrijednosti pomaka (S_{max} i S_{min}) u ovisnosti o broju ciklusa. Vidljivo je namještanje spona na samom početku ispitivanja, nakon čega nema značajnijih promjena u pomacima, odnosno spona se ponaša stabilno sve do završetka ispitivanja. Nakon 10^6 ciklusa mjerenje je zaustavljeno, na uzorku se nisu uočila oštećenja.



Slika 5: Dijagram pomak gornje čeljusti – broj ciklusa, AR-Standard.

Broj zapisnika:

06/10

List: 11/12

Tablica 4: Rezultati dinamičkog ispitivanja spone AR – s dodatnim materijalom

Broj ciklusa	F_{\max} [kN]	F_{\min} [kN]	S_{\min} [N]	S_{\max} [N]
25001	1.9628	0.1707	0.21425	-0.32450
50001	2.0225	0.1758	0.21685	-0.32195
75001	2.0194	0.1727	0.20250	-0.33920
100051	2.0184	0.1275	0.20805	-0.36125
125001	2.0534	0.1789	0.17935	-0.36055
150000	2.0184	0.1686	0.18195	-0.36345
175001	2.0277	0.1717	0.18375	-0.36090
200000	2.0338	0.1717	0.18560	-0.35720
225001	2.0266	0.1697	0.18780	-0.35320
250000	2.0256	0.1748	0.19185	-0.35135
275001	2.0358	0.1778	0.18560	-0.34915
300001	2.0153	0.1768	0.18780	-0.34695
325001	2.0142	0.1820	0.18965	-0.34400
350000	2.0122	0.1809	0.19185	-0.34215
375001	2.0153	0.1635	0.20510	-0.34545
400001	2.0513	0.1697	0.19775	-0.34290
425001	2.0246	0.1727	0.20435	-0.34215
450000	2.0379	0.1686	0.20030	-0.34030
475001	2.0204	0.1748	0.19995	-0.33885
500001	2.0194	0.1748	0.20215	-0.33810
525001	2.0225	0.1768	0.20360	-0.33405
550001	2.0173	0.1748	0.20545	-0.33515
575000	2.0173	0.1768	0.20400	-0.33445
600001	2.0122	0.1820	0.20435	-0.33115
625001	2.0091	0.1748	0.20510	-0.33370
650001	2.0142	0.1727	0.21025	-0.32965
675001	2.0163	0.1748	0.20950	-0.32820
700001	2.0163	0.1655	0.21245	-0.33405
750001	2.0389	0.1727	0.30210	-0.42225
775000	2.0328	0.1748	0.20580	-0.33225
800001	2.3783	0.1768	0.20805	-0.33000
825000	2.0287	0.1727	0.20840	-0.33115
850001	2.0266	0.1768	0.20730	-0.32560
875000	2.0338	0.1738	0.21095	-0.32415
900001	2.0142	0.1717	0.22050	-0.32415
925001	2.0184	0.1758	0.20915	-0.32230
950000	2.0544	0.1717	0.21170	-0.32450
975001	2.0101	0.1789	0.20915	-0.32340
1000001	2.0246	0.1676	0.21060	-0.32855
1050000	2.0132	0.1717	0.20915	-0.32780

Broj zapisnika:

06/10

List: 12/12

ZAKLJUČAK

Izveštaj obuhvaća rezultate ispitivanja mehaničkih karakteristika spona automobila marke... Statičko ispitivanje je provedeno na originalnoj sponi te na dvije vrste spona nove konstrukcije.

Rezultati statičkog ispitivanja pokazuju da nova konstrukcija spona AR - s dodatnim materijalom pokazuje bolja mehanička svojstva i u pogledu prekidne sile kao i u pogledu krutosti u odnosu na novu konstrukciju AR – bez dodatnog materijala također i u odnosu na originalnu AR sponu.

Dinamičko ispitivanje provedeno je samo na sponi koja je pokazala najbolja mehanička svojstva prilikom statičkog ispitivanja, sponi AR – s dodatnim materijalom. Spona je izdržala 10^6 ciklusa nakon čega je ispitivanje prekinuto, a na sponi nisu uočena vidljiva oštećenja.