

# Kotrljajni ležaji na lokomotivi serije 441

Dragan B. RAJKOVIĆ\*

UDK 629.4.028:629.421.3 "JŽ 441" (497.1)

**Rezime:** Kotrljajni ležaji jesu elementi koji se koriste na lokomotivama serije 441. U ovom radu prikazane su osobine ležaja s aspekta održavanja. Osobine o kojima se govori jesu: geometrijske mere, tačnost spoljnih mera, unutrašnji zazor, dopunske oznake na ležajima, podmazivanje ležaja, kontrola i čišćenje ležaja i oštećenja ležaja. Na kraju, dat je spisak svih ležaja koji se koriste na lokomotivama serije 441 sa mestima ugradnje, oznakama ležaja, kao i količina ugrađenih ležaja po jednoj lokomotivi.

**Ključne reči:** lokomotiva serije JŽ 441, kotrljajni ležaji

## 1. UVOD

### 1.1. Geometrijske mere kotrljajnih ležaja

Glavne geometrijske mere kotrljajnih ležaja predstavljaju:

- prečnik provrta (unutrašnji prečnik),
- prečnik spoljnog omotača,
- širina (visina),
- ugao dodira.

Proizvođači i korisnici ležaja su zbog cene, kvaliteta, lakše i jednostavnije zamene zainteresovani samo za ograničeni broj veličina ležaja. Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) utvrdila je plan mera za spoljne mere metričkih kotrljajnih ležaja (ISO R15 za radijalne ležaje, osim za konično-valjkaste ležaje ISO 104 za aksijalne ležaje i ISO 355 za radijalne metričke konično-valjkaste ležaje). Ta-

ko svi ležaji, prema prečniku provrta, imaju standardnu širinu i prečnik omotača. Prema ISO planu, mere širine i prečnika omotača svrstane su u progresivne redove. Konično-valjkasti ležaji svrstani su i prema uglu dodira u redove ugla dodira. Kombinacijom redova širine i prečnika omotača, a kod konično-valjkastih ležaja i reda ugla dodira, dobija se red mera kotrljajnih ležaja. Na slici 1 nije prikazan potpuni red mera nego je ilustrativno prikazano kako red širine i red prečnika omotača čine red mera u odnosu na prečnik otvora provrta ili unutrašnji prečnik ležaja.

### 1.2. Tačnost spoljnih mera kotrljajnih ležaja

Tačnost spoljnih mera i hoda kotrljajnih ležaja utvrđena je ISO standardima (ISO 492 i ISO 199). Pored tolerancija normalne klase (tolerancija klase 0), ISO standardi obuhvataju i uže tolerancije npr. tolerancija klase 6 i

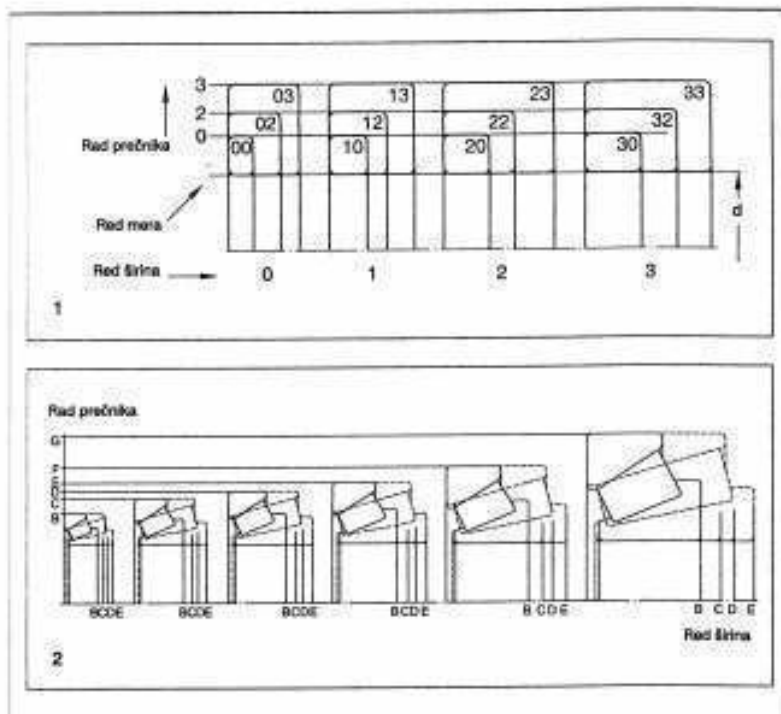
5 (oznaka P6 i P5), a za posebne namene može biti i PS, SP, UP veća tačnost.

### 1.3. Unutrašnji zazor kotrljajnih ležaja

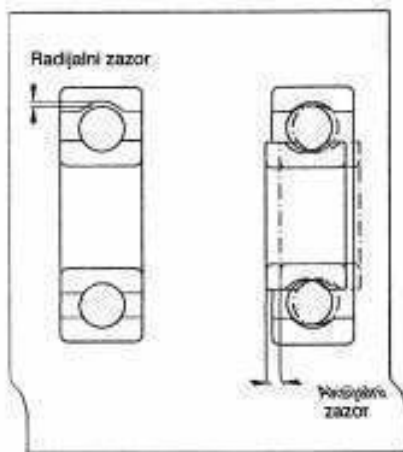
Ukupno pomeranje jednog prstena u odnosu na drugi prsten, jeste zazor ležaja. Pomeranje u radijalnom pravcu (normalno na osu ležaja) jeste radijalni zazor, a pomeranje u aksijalnom pravcu (paralelno sa osom ležaja) jeste aksijalni zazor. Radijalni i aksijalni zazor prikazani su na slici 2. Veličina zazora treba da bude takva da se obezbedi tačno vođenje rukavca vratila, pravilan raspored opterećenja, smanjenje vibracija i šuma. Prilikom ugradnje ležaja sa čvrstim sklopom, dolazi do smanjenja radijalnog zazora, a to smanjenje iznosi približno 2/3 preklopa između unutrašnjeg prstena i rukavca. Radna temperatura, takođe, utiče na smanjenje radijalnog zazora  $\Delta Z$ , a smanjenje zavisi od razlike temperatura  $\Delta t$ , koeficijenta  $\beta = 1.1 \cdot 10^{-5}$  i prečnika prstena  $d$ .  $\Delta Z = \beta \Delta t d$

Radni zazor (zazor ugrađenog ležaja) uvek je manji od zazora isporučenog ležaja. Zato se zazor ležaja bira prema uslovima uležištenja tako da omogući optimalni radni zazor. Tamo gde se očekuju više temperature unutrašnjeg prstena, veća aksijalna opterećenja i iskošenja vratila preporučuju

\* Dragan B. Rajković, dipl. maš. inž., ŽTP "Beograd", Sektor ZOVS, Novi Sad.



Slika 1



Slika 2

se veći zazor od normalnog i to C3, C4, C5, a manji zazor od normalnog C1, C2 primenjuju se kod krutih uležištenja i za precizna vođenja.

#### 1.4. Dopunske oznake na kotrljajnim ležajima

Dopunske oznake koriste se za označavanje ležaja čije se konstrukcije, na neki način, razlikuju od nor-

malne konstrukcije. Mogu se nalaziti ispred oznake ležaja (prefiksi za označavanje delova ležaja) ili iza oznake ležaja (sufiksi). Ako se upotrebljava više od jednog sufiksa, mora se poštovati redosled sufiksa iz objašnjenja sufiksa u tekstu koji sledi.

#### 1.4.1. Prefiksi – delovi ležaja

- K – sklop valjčica sa kavezom kolutnog cilindrično-valjčastog ležaja,
- L – odvojni unutrašnji ili spoljni prsten rasklopivog ležaja,
- R – rasklopivi ležaj bez odvojnog unutrašnjeg ili spoljnog prstena.

#### 1.4.2. Sufiksi

##### 1.4.2.1. Unutrašnja konstrukcija

A	Različita ili izmenjena unutrašnja konstrukcija
B	
C	
D	
E	

##### 1.4.2.2. Spoljna konstrukcija

- RS – dodirni zaštitni štiti ugrađen na
- LS – jednoj strani ležaja,
- 2RS – dodirni zaštitni štiti ugrađen na
- 2LS – obe strane ležaja.

Broj iza sufiksa označava konstrukciju zaštitnog štita npr. 2RS2.

- Z – štiti ugrađen na jednoj strani ležaja,
- 2Z – štiti ugrađen na obe strane ležaja,
- K – konični provrt 1:12,
- K3 – konični provrt 1:30,
- N – žljeb za uskočnik na omotaču spoljnog prstena,
- NR – žljeb za uskočnik na omotaču spoljnog prstena sa uskočnikom,
- N2 – dva proreza za učvršćenje na spoljnjem prstenu,
- G – prsteni kuglični jednoredi ležaj sa kosim dodirnom za ugradnju u paru u tandem rasporedu 'O' ili 'X'.

##### 1.4.2.3. Kavez

- J – presovani kavez izrađen od presovanog lima,
- Y – presovani kavez izrađen od mesinganog lima,
- M – masivni mesingani kavez,
- F – masivni kavez izrađen od čelika ili sferoidnog grafitnog livenog gvožđa,
- L – masivni kavez izrađen od lake legure,
- P – masivni kavez od plastike pojačane staklenim nitima, metodom vatrozarenja,
- V – ležaj bez kaveza,
- VH – ležaj bez kaveza sa nerasklopivim kompletom valjčica

##### 1.4.2.4. Ostale osobine ležaja

Sufiksi koji slede dodaju se oznaci ležaja posle kose linije (/).

##### 1.4.2.4.1. Tačnost

- P6 – tačnost prema ISO tolerancijama klase 6,
- P5 – tačnost prema ISO tolerancijama klase 5.



#### 1.4.2.4.2. Zazor ležaja

C1 zazor manji od C2; C2 zazor manji od normalnog; C3 zazor veći od normalnog; C4 zazor veći od C3; C5 zazor veći od C4.

#### 1.4.2.4.3. Vibracije i šumnost

Q6 – povećani zahtevi u pogledu šumnosti, nivo vibracija niži od normalnog.

Q66 – povećani zahtevi u pogledu šumnosti, vrhovi amplituda vibracija niži od normalnih.

#### 1.4.2.4.4. Mogućnost naknadnog podmazivanja ležaja

W 33 – žleb za podmazivanje i tri otvora za podmazivanje u spoljnjem prstenu.

Dopunske oznake nalaze se u katalozima proizvođača ležaja sa detaljnim objašnjenjima o dopunskim oznakama. Prethodne opisane dopunske oznake uzete su iz kataloga SKF.

### 1.5. Podmazivanje kotrljajnih ležaja

#### 1.5.1. Opšte

Kotrljajni ležaji moraju se podmazivati da bi se sprečio neposredan međusobni dodir kotrljajnih tela, putanja kotrljanja, odnosno klizanja prstena, kaveza, da bi se ležaj zaštitio od korozije, trošenja i da bi se obezbedilo zaptivanje ili hlađenje ležaja. Najpovoljnija radna temperatura kotrljajnog ležaja postiže se kada se koristi minimalna količina sredstava za podmazivanje. Upotrebljena količina sredstava za podmazivanje može biti veća u zavisnosti od dodatnih zahteva, kao što su zaptivanje ili hlađenje. Sredstva za podmazivanje vremenom gube svojstva, što je posledica mehaničkog oštećenja ili starenja. Pored toga, sva sredstva za podmazivanje tokom rada upričaju se i zbog toga se dopunjuju ili zamenjuju posle određenog vremena.

Kotrljajni ležaji mogu se podmazivati mašću ili uljem, a u izuzetnim slučajevima i tvrdim sredstvom za podmazivanje. Izbor sredstava za podmazivanje, u prvom redu, zavisi od radnih uslova, tj. od područja radne temperature, broja obrtaja, kao i uticaja okoline.

#### 1.5.2. Podmazivanje kotrljajnih ležaja mašću

Kotrljajni ležaji, koji rade pod normalnim uslovima, obično se podmazuju mašću. Mast ima izvesne prednosti u odnosu na ulje, lakše se zadržava u uležištenju, poboljšava efekat zaptivanja tako da vlaga, voda i prijavština ne mogu da prođu u ležaj. Po pravilu, potrebno je samo delimično (30 do 50 %) napuniti mašću slobodan prostor u ležaju, odnosno kucištu. Prekomerno punjenje izaziva brzi porast temperature, naročito pri velikom broju obrtaja. U slučaju da ležaji rade pri malom broju obrtaja i kada je potrebno da su ležaji zaštićeni od korozije, preporučuje se potpuno punjenje kucišta mašću.

##### 1.5.2.1. Masti za podmazivanje

Masti za podmazivanje jesu gusta mineralna ili sintetička ulja. Gustoća (konzistencija) masti, uglavnom, zavisi od vrste i količine upotrebljenog sredstva za zgrušavanje. Najznačajniji faktori koje je potrebno imati u vidu prilikom izbora neke vrste masti jesu: gustoća, temperaturno područje primene, svojstva zaštite od korozije, moć nošenja, rastvorljivost i drugo.

##### 1.5.2.1.1. Gustoća masti

Gustoća masti obično se daje prema NLGI klasifikaciji (National Lubricating Grease Institute - Nacionalni institut za masti za podmazivanje), kojoj odgovaraju klase gustoće prema DIN 51818. Za podmazivanje kotrljajnih ležaja obično se koriste guste masti koje sadrže metalne sapune klase gustoće 1, 2, 3. Temperatura ili opterećenje uležištenja ne bi trebalo da znatnije utiču na promenu gustoće masti u okviru određenog temperaturnog područja. Masti koje postaju mekane pri povišenim temperaturama

mogu curiti iz ležaja ili kucišta ležaja, a one koje se pri niskim temperaturama stvrdnu mogu sprečiti okretanje ležaja. Kada je ležaj opterećen vibracijama, mast se puno troši, a za podmazivanje takvih ležaja treba koristiti mehanički stabilne masti.

##### 1.5.2.1.2. Temperaturno područje upotrebe masti

Masti na bazi kalcijumovih sapuna, uglavnom, stabilizuju se sa 1 do 3 % vode. Pri povećanoj temperaturi voda ispari, pa se mast razlaže na sapun i ulje. Prema tome, gornja granična temperatura za ove masti je oko 60 °C. Kompleksne kalcijumove masti mogu se primenjivati pri radnim temperaturama do 120 °C.

Masti na bazi natrijumovih sapuna koriste se pri temperaturama od minus 30 °C do plus 0 °C, a neke specijalne masti mogu da se koriste do plus 120 °C.

Masti na bazi litijumovih sapuna pogodne su za upotrebu od minus 30 °C do plus 110 °C. Neke specijalne masti mogu da se koriste do plus 150 °C.

Masti na bazi anorganskih sredstava za zgrušavanje umesto metalnih sapuna (bentonit, silicijum oksid i drugo) mogu se kratkotrajno koristiti pri temperaturama višim od onih pri kojima se primenjuju litijumovi sapuni.

Sintetičke masti koje sadrže Di-esterol ili silikonsko ulje mogu se koristiti i pri višim i pri nižim temperaturama od onih koje se primenjuju za masti na bazi mineralnih ulja.

##### 1.5.2.1.3. Svojstvo zaštite od korozije

Masti na bazi natrijumovih sapuna rastvaraju se u vodi, tj. one upijaju malu količinu vode stvarajući emulziju i tako štite ležaj od korozije, a ne menjaju svojstva podmazivanja. Ako veća količina vode uđe u ležaj, ona sapere mast i nema podmazivanja. Masti na bazi litijumovih i natrijumovih sapuna ne rastvaraju se u vodi i ne pružaju zaštitu od korozije. Ako se natrijumovim i litijumovim mastima dodaju takozvani EP dodaci (uglavnom olov-

na jedinjenja), one dobijaju svojstva da dobro prijanjaju na površine ležaja i ne rastvaraju se u vodi, tj. dobijaju zaštitu od korozije.

#### 1.5.2.1.4. Moć nošenja masti

Za povećanje moći nošenja masti dodaju se tzv. EP dodaci. Ovi dodaci, u stvari, povećavaju moć nošenja filma kojeg stvara sredstvo za podmazivanje. Takve vrste masti preporučuju se obično za podmazivanje ležaja srednje veličine i krupnih ležaja.

#### 1.5.2.1.5. Rastvorljivost masti

Posebnu pažnju potrebno je posvetiti rastvorljivosti masti, ako se iz bilo kog razloga moraju prilikom ponovnog podmazivanja uležištenja (ležaja) na istom mestu koristiti druge vrste masti, koje se razlikuje od prethodno upotrebljene masti. Ukoliko se mešaju masti koje se, inače, zbog svojih osobina, ne bi smele mešati, onda se gustina smeše može promeniti, smanjujući na taj način maksimalno dozvoljenu radnu temperaturu smeše u odnosu na maksimalno dozvoljenu temperaturu svake od pomešanih masti, zbog čega može doći do oštećenja ležaja. Masti koje sadrže ista sredstva za zgrušavanje i slična osnovna ulja, mogu se mešati bez štetnih posledica. Na primer, mogu se mešati dve različite vrste masti na bazi natrijumovih sapuna. U nekim slučajevima mogu se mešati masti na bazi kalcijumovih i litijumovih sapuna, ali ne mogu sa mastima na bazi natrijumovih sapuna. Treba naglasiti da smesa masti koje se mešaju može imati manju gustoću nego što je gustoća svake od pomešanih masti, a pri tome njihova svojstva podmazivanja neće se bitno promeniti.

#### 1.5.2.1.6. Interval ponovnog podmazivanja

Period tokom kojeg će ležaj koji se podmazuje mašću raditi na zadovoljavajući način bez ponovnog podmazivanja zavisi od:

- tipa i veličine ležaja,
- broja obrtaja ležaja,
- radne temperature,
- radnih uslova,
- kvaliteta upotrebljene masti i drugo.

Proizvođači ležaja daju preporuke, preko dijagrama ili tabela, koliko ležaj može da radi (radni sati) do ponovnog podmazivanja. Ove preporuke jesu informativne, a prava vremena treba da se odrede eksperimentalno, praćenjem svakog slučaja posebno. Kod sitnih ležaja, naročito prstenih kugličnih ležaja, interval ponovnog podmazivanja duži je od veka ležaja. Količina masti potrebna za ponovno podmazivanje može se dobiti prema sledećem obrascu:

$$G=0,005 D B$$

- G – količina masti u gr,
- D – spoljni prečnik ležaja u mm,
- B – širina ležaja u mm.

Kada su radni uslovi takvi da je ponovno podmazivanje potrebno u dužim vremenskim razmacima, kućište ležaja otvara se i izbacuje stara mast a stavlja nova. Kada se ponovno podmazivanje vrši u kraćim vremenskim razmacima, u kućište se ugrađuje mazalica za podmazivanje sa kanalima do ležaja, pa se u određenim vremenskim razmacima utacuje sveža mast. Posle propisanog vremena, iz kućišta treba izbaciti staru mast.

#### 1.5.3. Podmazivanje ležaja uljem

Podmazivanje uljem, primenjuje se obično u slučaju kada veliki broj obrtaja ili visoke radne temperature ne dozvoljavaju primenu masti, kada je potrebno preneti toplotu nastalu trenjem ili je odvesti sa ležaja ili kada se susedni elementi podmazuju uljem (zupčanicima). Granični broj obrtaja za svaki pojedinačni ležaj, koji treba da se podmazuje uljem, dat je u tabelama proizvođača.

##### 1.5.3.1. Metode podmazivanja uljem

Najjednostavniji metod podmazivanja uljem jeste uljno korito i koristi se

pri niskim brojevima obrtaja. Delovi ležaja koji se obrću zahvataju ulje koje se posle prolaska kroz ležaj ponovo vraća u korito. Kada je ležaj u stanju mirovanja, nivo ulja treba da je neznatno ispod ose kuglica ili valjčića koji je u najnižem položaju. Drugi metod podmazivanja jeste metod sa cirkulacionom pumpom. Ovaj metod koristi se pri većim brojevima obrtaja. U instalaciju za ulje može se staviti filter za prečišćavanje ulja, kao i hladnjak za hlađenje ulja. Treći metod podmazivanja jeste podmazivanje sa mlazom ulja pod visokim pritiskom, koji se ubrizgava u ležaj, sa jedne strane. Brzina mlaza mora biti velika ( $v > 15 \text{ m/s}$ ) da bi deo ulja mogao prodreti kroz sloj uskovitlanog vazduha koji okružuje ležaj. Četvrti metod podmazivanja jeste podmazivanje uljnom maglom kada se ulje rasprši i pomoću struje vazduha dolazi u ležaj. Uljna magla stvara se u rasprskivaču. Suvi vazduh hladi ležaj i stvara nadpritisak koji ne dozvoljava ulazak nečistoća u ležaj. Ovaj metod podmazivanja koristi se kod uležištenja sa velikim brojevima obrtaja.

##### 1.5.3.2. Ulja za podmazivanje ležaja

Za podmazivanje kugličnih i valjčastih ležaja dolaze u obzir sama nelegirana rastvorljiva rafinisana mineralna ulja. Legirana ulja, odnosno ulja koja sadrže dodatke za poboljšanje određenih osobina (mogućnost nošenja filma sredstava za podmazivanje, otpornost na oksidaciju, starenje i drugo), pretežno se koriste kada je ležaj pod posebnim uslovima. Sintetička ulja, kao sredstvo za podmazivanje ležaja, koriste se iamo gde se očekuju veoma visoke temperature.

##### 1.5.3.3. Izbor ulja za podmazivanje ležaja

Viskoznost pri radnoj temperaturi ( $v$ ) jedna je od najznačajnijih karakteristika ulja za podmazivanje i ona se smanjuje povećanjem temperature. Kinematska viskoznost ( $v_1$ ) ulja određuje se iz dijagrama koje daju proizvođači ležaja. Odnos viskoznosti  $k=v/v_1$  va-

žan je za izbor ulja za podmazivanje. Ako je  $k < 1$  preporučuje se ulja sa EP dodacima. Ako je  $k < 0,4$  koristi se ulje sa EP dodacima.

#### 1.5.3.4. Zamena ulja za podmazivanje ležaja

Dužina intervala između zamene ulja zavisi od radnih uslova, količine upotrebljenog ulja, načina podmazivanja i drugog. Kada se koristi uljno korito, a temperatura ne prelazi  $50^{\circ}\text{C}$ , i kada je mala mogućnost zaprljanja ulja, interval zamene ulja je godinu dana. Pri višim temperaturama, težim uslovima rada i drugo, interval zamene ulja je manji. Pri radnoj temperaturi od  $100^{\circ}\text{C}$ , interval zamene ulja je tri meseca. Kada se koristi cirkulaciona pumpa, najbolje je da se interval određi eksperimentalno, tj. probnim radom na sedeći način: potrebna količina ulja sipa se u sistem za podmazivanje, sistem se pusti u rad i često proverava kvalitet ulja, uz praćenje uslova rada. Kada se ustanovi pad kvaliteta ulja ispod dozvoljene vrednosti, određuje se rok za zamenu ulja. Ovaj postupak važi i za podmazivanje sa mlazom ulja. Pri podmazivanju uljnom maglom, ulje se, uglavnom, izgubi u procesu podmazivanja, tj. samo jednom dođe do ležaja.

#### 1.6. Kontrola i čišćenje ležaja

Kao i svi drugi značajni delovi mašina, kotrljajni ležaji moraju da se kontrolišu i čiste. Kada i kako će se vršiti kontrola i čišćenje ležaja zavisi od radnih uslova. Stanje ležaja može da se kontroliše:

- merenjem nivoa buke,
- slušanjem buke,
- merenjem temperature ležaja,
- kontrolom sredstava za podmazivanje i dr.

Ako se stanje ležaja kontroliše, dovoljno je da se jednom godišnje izvrši temeljno čišćenje i kontrola, u suprotnom mora češće. Kada se ležaji očiste od stare masti (odgovarajućim sredstvima), moraju se odmah namazati mašću ili uljem radi zaštite od korozije.

Ovo je naročito važno za ležaje mašina koje su bile duže vremena van upotrebe pri ponovnom puštanju u rad. Kontrola novih ležaja treba da se izvodi radi provere koliko je ležaj stajao pre ugradnje, ukoliko je bio podmazan (ležaj sa štitovima), da li je bio pravilno skladišten, pravilno upakovan, dekontaminiran i drugo.

#### 1.7. Oštećenja kotrljajnih ležaja

Oštećenje kotrljajnih ležaja može nastupiti iz više razloga. Kada se ustanove oštećenja kotrljajnih ležaja tre-

ba, ukoliko je to moguće, pronaći njihov uzrok kako bi se izbeglo ponavljanje istih oštećenja. Najvažniji uzroci oštećenja, pravilno odabranih, kotrljajnih ležaja mogu da budu:

- pogrešna montaža,
- pogrešno podmazivanje,
- strana tela u ležaju,
- vlaga u uležištenju,
- neispravan oblik osovine ili površine naleganja kućišta,
- vibracije,
- prolaz električne struje,
- zamor materijala i drugo

## 2. SPISAK UPOTREBLJENIH LEŽAJA NA LOKOMOTIVAMA SERIJE 441

Mesto ugradnje	Oznaka ležaja	Kom./lok
Pantograf	6306 2Z	8
Pantograf	2303 2Z	4
Vučni motor	NU 1036 M/C3	4
Vučni motor	NUP 230 M/C3	4
Rukavac osovine	23234 C/C3	8
Reduktor (na osovine)	23956 C/C3W33	8
Reduktor (mali zupčanik)	NJ 324 EM/C3	8
El. motor birača	6203	2
Teretni prekidač	6000	6
Teretni prekidač	6004	2
Indirektni kontroler	6204	6
Indirektni kontroler	6202	2
El. motor hladnjaka ulja	6308 Z	2
El. motor pumpe za ulje	6304	1
El. motor pumpe za ulje	3304	1
El. mot. za hlad. VEM 4 KW gornji	63062Z	8
El. mot. za hlad. VEM 5.5 KW donji	63082Z	8
El. mot. za hlad. VEM 5.5 KW modif.	6308 2Z	16
El. motor za hlađenje PJUT-a	6203 2Z	2
El. mot. za hlad. EDK (podser.300 i 400)	6308 2Z	8
Glavni kompresor	6209 2Z	1
El. motor pomoćnog kompresora	6204 2Z	2
El. motor glavnog kompresora	6313	2
Pomoćni kompresor	6204 2Z	2
Pomoćni kompresor	NUP 205	1
Birač napona	EL.4	4
Birač napona	EL.8	2
Birač napona	6001	2
Birač napona	6002	2

Mesto ugradnje	Oznaka ležaja	Kom./lok	LITARATURA
Birač napona	6004	1	
Birač napona	6007	2	2. Kotrljajni ležaji, Tehnički katalog, "Privredni pregled", Beograd, 1988.
Birač napona	6203	5	3. SKF, Priručnik za održavanje i zamenu ležaja, 1979.
Birač napona	1604	1	4. Dokumentacija "Rade Končar", Zagreb, 1982.
Birač napona	1609	2	
Birač napona	1601	1	
Birač napona	1203	4	
Birač napona	1204	1	
Kočno polužje (nemodifikovano)	6202	1	

#### ROLLER BEARINGS ON SERIE 441 LOCOMOTIVE

*Dragan B. Rajković, Dipl. Mechanical Engineer, Railway Transport Enterprise "Beograd", Department for Maintenance of Rolling Stock, Novi Sad*

**Summary:** Roller bearings are the elements used on serie 441 locomotives. This paper presents the bearing properties from the maintenance standpoint. The properties involved are: geometrical measures, outer measures accuracy, inner clearance, additional marks on bearings, bearing lubrication, inspection and cleaning of bearings and bearing damage. Finally, a list of all bearings used on serie 441 locomotive is presented, with places of installation, bearing marks, as well as the numbers of bearings mounted per locomotive.

**Key terms:** locomotives of serie JŽ 441, roller bearings