

Vpliv radialnega premika središča tečine na nosilnost aksialnih ležajev

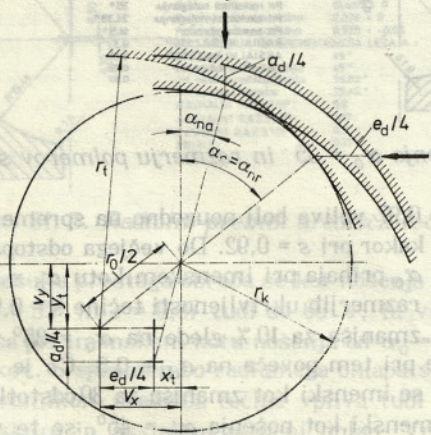
IVAN PREBIL – SAMO ZUPAN

1. UVOD

Aksialni ležaji velikih dimenzij so namenjeni predvsem za prenos aksialnih obremenitev in upogibnega momenta. Oblika tečine ležaja se v tem primeru razlikuje od tečine radialnih ali radialno aksialnih ležajev. Na zunanjem in notranjem obroču je tečina sestavljena iz dveh krožnih lokov [1], [2]. Pri čistem radialnem naleganju tečine na kotalni element nosijo ti ležaji v štirih točkah. Pri aksialnem naleganju pa se pojavi stik med tečino in kotalnim elementom pod natančno določenim kotom nošenja. Kot nošenja je pri simetričnem stiku $\alpha_0 = 45^\circ$, pri nesimetričnem stiku pa $\alpha_0 = 35^\circ$. Premaknitev središča tečine v radialni smeri za določeni radialni ohlap zagotovi ustrezen imenski kot nošenja α_0 pri ustrezni kombinaciji obremenitve ležaja.

2. PREMAKNITEV TEČINE V RADIALNI SMERI

V ležaju se pojavi dejanski radialni in dejanski aksialni ohlap šele takrat, ko pride do premaknitve tečine (sl. 1) iz njenega središča V_x , V_y v točki x_t , y_t za dejansko vrednost. V splošnem se lahko tečina premakne poljubno od njenega središča. Za primer radialnega naleganja tečine na kotalni element je bolj primeren premik središča tečine v radialni smeri. V tem primeru se pojavi idealni imenski kot nošenja, ki je pri simetričnem dotiku tečine in kotalnega elementa $\alpha_0 = 45^\circ$, pri nesimetričnem dotiku pa $\alpha_0 = 35^\circ$, neodvisno od radialnega ohlapa.



Sl. 1. Načina naleganja tečine na kotalni element.

2.1 Radialno naleganje

Obroča se radialno premakneta drug proti drugemu za dejanski radialni ohlap $e_d/4$. Zaradi tega pa se ne spremeni imenski kot nošenja $\alpha_{nr} = \alpha_0$, ampak samo lega središča tečine, ki ga popiše izraza:

$$x_t = (r_t - r_k) \sin \alpha_0 - \frac{e_d}{4} \quad (1)$$

in

$$y_t = (r_t - r_k) \cos \alpha_0 \quad (2)$$

S slike 1 je razvidno, da se pojavi takšen način naleganja tečine na kroglico le pri radialni obremenitvi ležaja.

2.2 Aksialno naleganje

Ker so ležaji namenjeni pretežno za aksialne obremenitve in upogibne momente, prihaja najpogostejše do aksialnega naleganja tečine na kroglico. Obroča se aksialno premakneta drug proti drugemu za dejanski aksialni ohlap $a_d/4$. Ta je definiran glede na dejanski imenski kot nošenja α_{na} in dejanski odmik središča tečine x_t , y_t , ki je odvisen od dejanskega radialnega ohlapa. Slika 1 pokaže, da doseže imenski kot nošenja pri aksialnem naleganju in znanem radialnem ohlapu vrednost:

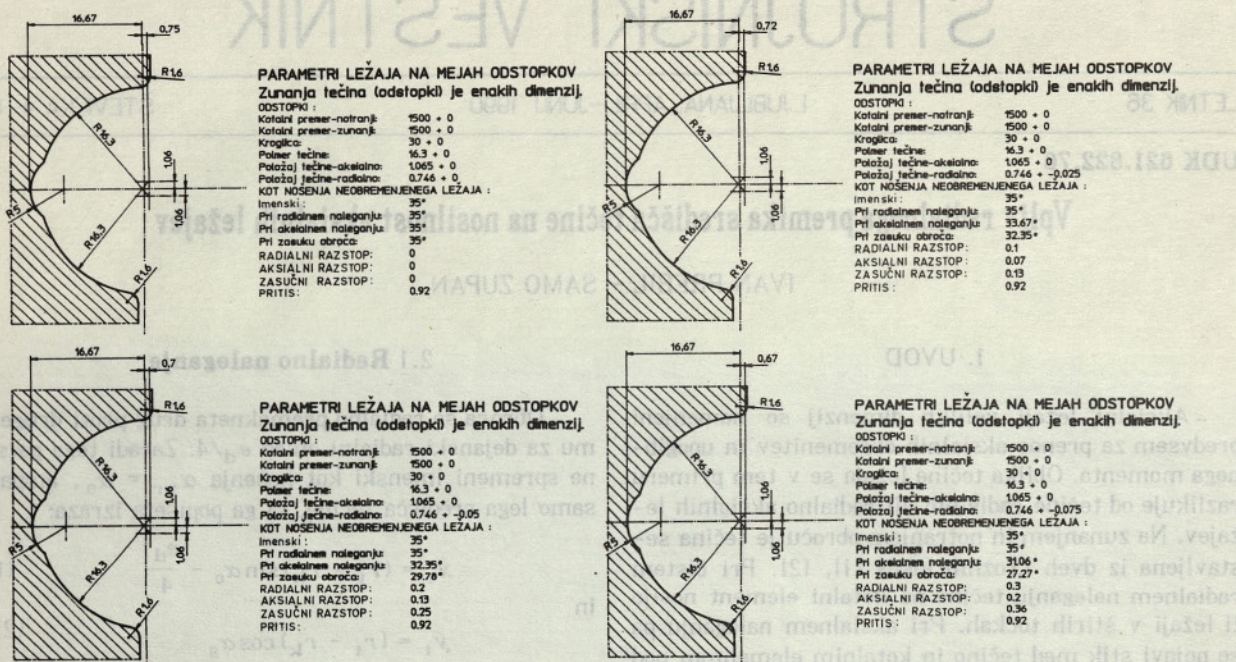
$$\alpha_{na} = \arcsin \frac{x_t}{(r_t - r_k)} \quad (3)$$

Dejanski aksialni ohlap pa je definiran z izrazom:

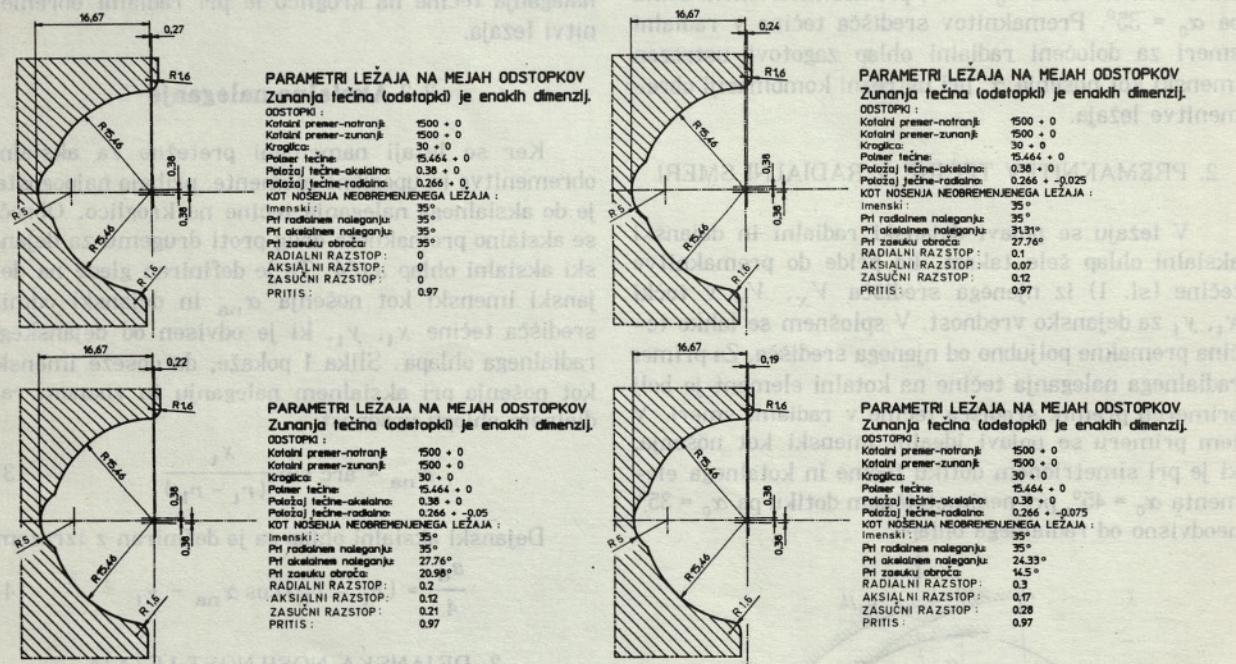
$$\frac{a_d}{4} = (r_t - r_k) \cos \alpha_{na} - y_t \quad (4)$$

3. DEJANSKA NOSILNOST LEŽAJA

Pri enorednih krogličnih ležajih se pojavlja simetrično ali nesimetrično naleganje kroglice na tečino ležaja. Na slikah 2 in 3 so prikazane tečine ležajev z radialno premaknitvijo središča tečine, za nesimetrično naleganje, pri različnih radialnih ohlapih in različnih razmerjih ukrivljenosti tečine $s = 0,92$ ter $s = 0,97$. Kot nošenja pri neobremenjenem ležaju je $\alpha_0 = 35^\circ$. Sliki 4 in 5 prikazujeta tečine ležaja za simetrično naleganje. Razmerji ukrivljenosti tečine sta podobni kakor na slikah 2 in 3. Kot nošenja pri neobremenjenem ležaju pa je $\alpha_0 = 45^\circ$.



SI. 2. Radialni premik središča tečine pri imenskem kotu nošenja $\alpha_0 = 35^\circ$ in razmerju polmerov $s = 0,92$.



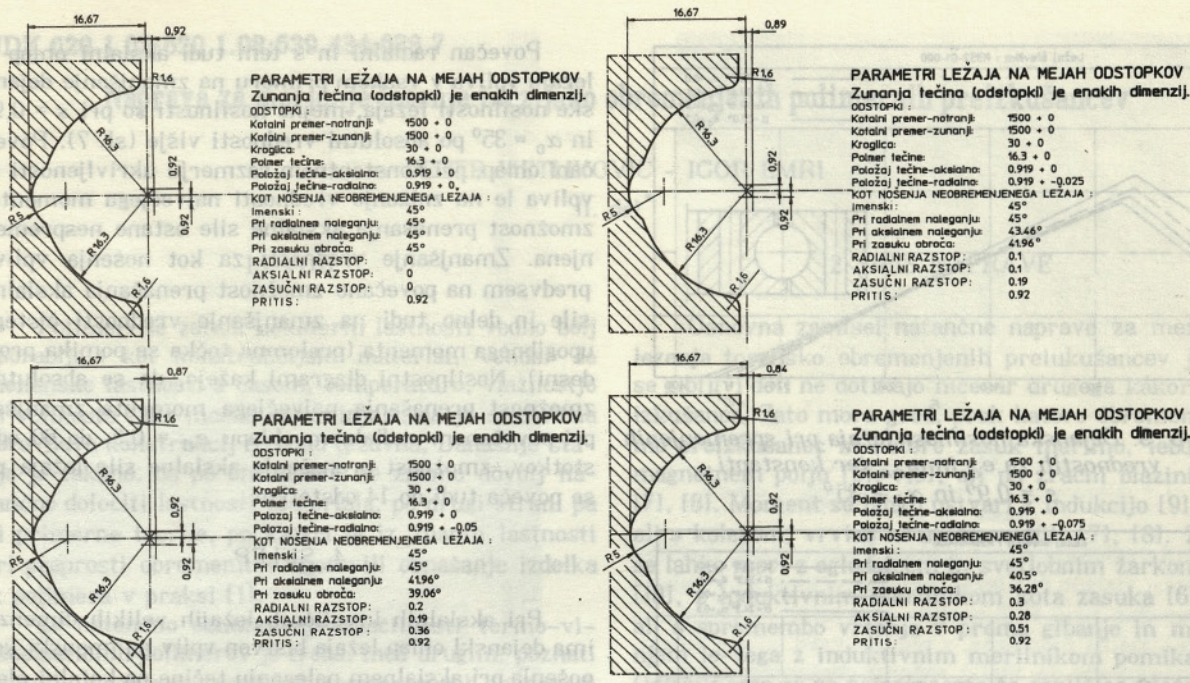
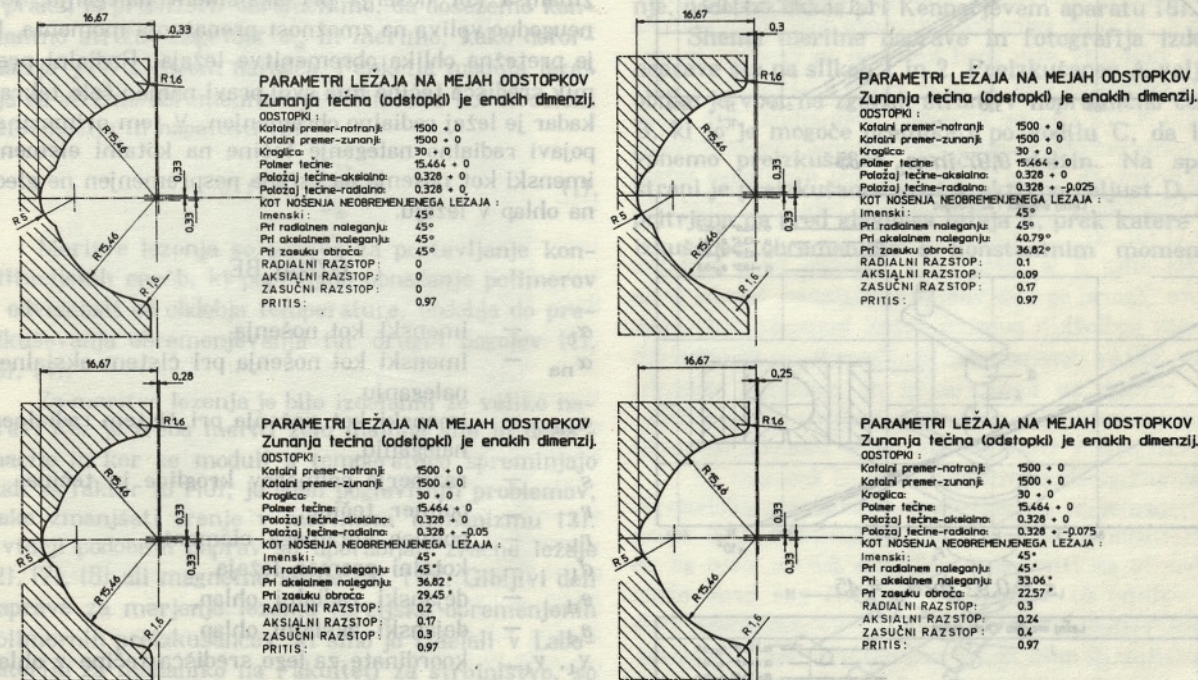
SI. 3. Radialni premik središča tečine pri imenskem kotu nošenja $\alpha_0 = 35^\circ$ in razmerju polmerov $s = 0,97$.

Razvidno je, da ostanejo koti nošenja pri radialnem naleganju tečine na kotalni element enaki imenskemu kotu α_0 . Dejanske spremembe kota nošenja se pojavijo šele pri aksialnem naleganju tečine in zasuku prostega obroča.

Na slikah od 2 do 5 opazimo, da se vrednosti kotov nošenja z večanjem radialnega ohlapa pri aksialnem naleganju tečine zmanjšujejo. Na velikost spremembe kota nošenja vplivata razmerje ukrivljenosti tečine s in imenski kot nošenja α_0 . Večji pritis tečine na krog-

lico $s = 0,97$ vpliva bolj neugodno na spremembo kota nošenja kakor pri $s = 0,92$. Do večjega odstopanja kota nošenja α_0 prihaja pri imenskem kotu $\alpha_0 = 35^\circ$.

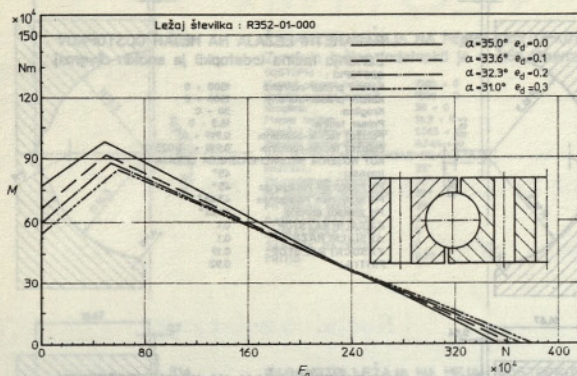
Pri razmerjih ukrivljenosti tečine $s = 0,92$ se kot nošenja zmanjša za 10 % glede na $\alpha_0 = 35^\circ$. Radialni ohlap se pri tem poveča na $e_d = 0,3$. Če je razmerje $s = 0,97$ se imenski kot zmanjša za 30 odstotkov. Kadar je imenski kot nošenja $\alpha_0 = 45^\circ$, so te vrednosti za mejni ukrivljenosti tečine s in enak ohlap manjše za približno 5 odstotkov.

Sl. 4. Radialni premik središča tečine pri imenskem kotu nošenja $\alpha_0 = 45^\circ$ in razmerju polmerov $s = 0.92$.Sl. 5. Radialni premik središča tečine pri imenskem kotu nošenja $\alpha_0 = 45^\circ$ in $s = 0.97$.

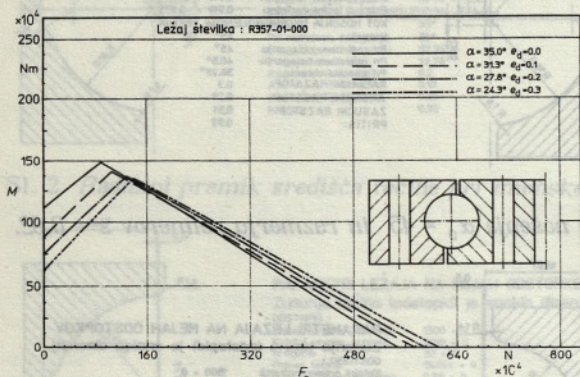
Pri zasuku prostega obroča se kot nošenja zmanjša pri $\alpha_0 = 35^\circ$ in $s = 0.97$ tudi do 60 %, ta vrednost se zmanjša pri imenskem kotu nošenja od $\alpha_0 = 45^\circ$ na 50 odstotkov. S spremembo radialnega ohlapa se z radialnim premikom središča tečine vpliva tudi na dejanski aksialni in aksialno-zasučni ohlap. Vrednosti so večje pri imenskem kotu nošenja $\alpha_0 = 45^\circ$. Povečanje aksialnega ohlapa vpliva na število aktivnih ko-

talnih elementov pri upogibni obremenitvi ležaja. Radialni premik tečine pa ob tem še na dejanski imenski kot nošenja, če se pojavi aksialno nateganje.

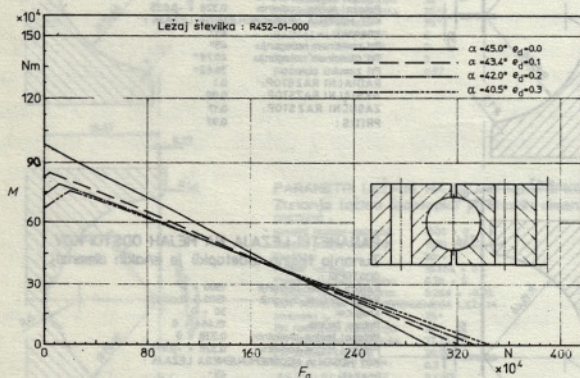
Spremembe dejanske nosilnosti ležaja v odvisnosti od dejanskega radialnega ohlapa in imenskega kota nošenja, za ležaj s kotalnim premerom $d_1 = 1500$ mm in kroglicami s premerom $d = 30$ mm, so prikazane na slikah od 6 do 9.



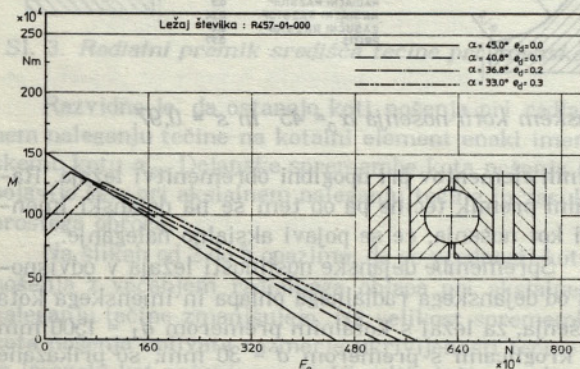
Sl. 6-9. Dejanska nosilnost ležaja pri spremenjenih vrednostih za e_d in α_{na} ter konstanti $s = 0,92$ in $\alpha_0 = 35^\circ$.



$s = 0,97$ in $\alpha_0 = 35$



$s = 0,92$ in $\alpha_0 = 45$



$s = 0,97$ in $\alpha_0 = 45$

Povečan radialni in s tem tudi aksialni ohlap v ležaju vpliva v vsakem primeru na zmanjšanje dejanske nosilnosti ležaja, mejne nosilnosti so pri $s = 0,97$ in $\alpha_0 = 35^\circ$ po absolutni vrednosti višje (sl. 7). Povečani ohlap, pri konstantnem razmerju ukrivljenosti s , vpliva le na znižanje vrednosti največjega momenta, zmožnost prenašanja aksialne sile ostane nespremenjena. Zmanjšanje vrednosti za kot nošenja vpliva predvsem na povečano zmožnost prenašanja aksialne sile in delno tudi na zmanjšanje vrednosti čistega upogibnega momenta (prelomna točka se pomika proti desni). Nosilnostni diagrami kažejo, da se absolutna zmožnost prenašanja največjega momenta zmanjša, pri povečanem radialnem ohlapu $e_d = 0,3$, do 60 odstotkov, zmožnost prenašanja aksialne sile ležaja pa se poveča tudi do 14 odstotkov.

4. SKLEP

Pri aksialnih krogličnih ležajih velikih dimenzij ima dejanski ohlap ležaja bistven vpliv na imenski kot nošenja pri aksialnem naleganju tečine na kotalni element in na dejansko nosilnost ležaja.

Zaradi radialnega premika središča tečine se zmanjša kot nošenja pri aksialnem naleganju, kar neugodno vpliva na zmožnost prenašanja momenta, ki je pretežna oblika obremenitve ležaja. Radialni premik središča tečine ima svoj pravi namen šele takrat, kadar je ležaj radialno obremenjen. V tem primeru se pojavi radialno naleganje tečine na kotalni element, imenski kot nošenja pa ostane nespremenjen ne glede na ohlap v ležaju.

OZNAČBE

- α_0 — imenski kot nošenja,
- α_{na} — imenski kot nošenja pri čistem aksialnem naleganju,
- α_{nr} — imenski kot nošenja pri čistem radialnem naleganju,
- s — razmerje polmerov kroglice in tečine,
- r_t — polmer tečine,
- r_k — polmer kotalnega elementa,
- d_l — kotalni premer ležaja,
- e_d — dejanski radialni ohlap,
- a_d — dejanski aksialni ohlap,
- x_t, y_t — koordinate za lego središča tečine z ohlapom.

LITERATURA

- 111 Albert. M.: Köttritsch. H.: Wälzlager Theorie und Praxis. Springer-Verlag. Wien. New York. 1987.
- 121 Eschman. Haskargen. Weigand.: Die Wälzlagerpraxis. R.Oldenbourg. Verlag. München. Wien. 1987.

Naslov avtorjev: doc. dr. Ivan Prebil, dipl. inž.,
Samo Zupan, dipl. inž., oba
Fakulteta za strojništvo,
Ljubljana. Murnikova 2