

Rīgas Tehniskā Universitāte
Transporta institūts

Laboratorijas darbi
RITOŠĀ SASTĀVA REMONTA UN TEHNISKĀS APKOPES
TEHNOLOĢIJA
Metodiskie norādījumi

Sastādīja: Dr.sc.ing. asoc. profesors P. Gavrilovs

Ms.sc.ing. D. Gorbačovs

Izpildītājs:

(vārds, uzvārds)

(studenta apliecības Nr.)

(paraksts)

Rīga 2021. g.

Anotācija

Laboratorijas darbos tiek dots aprīkojuma saraksts, tiek dota laboratorijas darbu izpildes kārtība, kā arī nepieciešamās normas saskaņā ar tehniskā remonta noteikumiem un rekomendējamā literatūra.

Laboratorijas darbu izpildes laikā studenti nostiprina un palīdzina teorētiskās zināšanas, iegūst praktiskas iemaņas, mācās lietot normatīvo-tehnisko dokumentāciju.

Pirms laboratorijas darbu izpildīšanas studentam ir pienākums iepazīties ar laboratorijas darba saturu, tehniskas drošības noteikumiem. Izpētīt pētāmā objekta darbības principu un darbības nosacījumus ekspluatācijā, kā arī remonta objekta tehnoloģiskās un konstruktīvas īpatnības, tehnoloģiskās un tehniskās apkopes metodes, un pētāmā objekta uzturēšanas veidus darbderīguma stāvoklī.

Satura rādītājs

<i>Laboratorijas darbs Nr. 1</i>	4
<i>Laboratorijas darbs Nr. 2</i>	9
<i>Laboratorijas darbs Nr. 3</i>	15
<i>Laboratorijas darbs Nr. 4</i>	18
<i>Laboratorijas darbs Nr. 5</i>	21
<i>Literatūras saraksts</i>	25

Laboratorijas darbs Nr. 1

Gumijas korda sajūga ER2 (ER2T) un citu elektrovilcienu ekipāžas daļas gumijas izstrādājumu cietības noteikšana, izmantojot Šora A metodi

Darba mērķis gumijas korda sajūga nozīme un to pielietojums, gumijas korda sajūgu tipa noteikšana. Studentu apmācība iemaņām un prasmēm noteikt gumijas korda sajūga un citu gumijas izstrādājumu cietību, kurus izmanto uz elektriskā ritošā sastāva, izmantojot Šora A metodi. Iegūtos rezultātus salīdzina ar EN standarta datiem (ГОСТ-33188-2014).

1. Gumijas korda sajūga nozīme

Aprakstīt gumijas korda sajūga nozīmi, pielietojumu, tā uzstādīšanas vietu un vilces piedziņas veidu, uz kura tas ir uzstādīts.

2. Gumijas korda sajūga ārēja apskate

Gumijas korda sajūga ģeometrisku izmēru noteikšana un iegūto datu salīdzināšana ar EN standarta datiem. Noskaidrojiet gumijas korda sajūga piemērotību tālākai lietošanai.

1 tabula

Rādītāja nosaukums	Mērījumu rādītāja vērtība	
	Pētāmais paraugs (mm)	Parametri EN (ГОСТ 33188-2014 (mm))
Sajūga ārējās virsmas diametrs		582^{+2}
Iekšējais uzsēžas diametrs		354^{+2}_{-2}
Borta biezums		30^{+2}_{-2}

Secinājums: _____

3. Spēku noteikšana, kas darbojas uz gumijas un korda sajūgu.

Centrbēdzes spēka, pieskares (kontakta) sprieguma un radiālās slodzes noteikšana uz gumijas korda sajūgu.

Aprēķinot gumijas-korda uzmavas, izejas dati ir maksimālais rotējošais moments, kas nedrīkst pārsniegt 75% no pieļaujamā gumijas korda sajūga ārējā apvalka izturības robežas (saskaņā ar tehniskās literatūras datiem Birjukovs "Vilces piedziņas" (248. lpp.), gumijas korda apvalku stabilitātes zudums notiek pie: ER2 – $1,2 \cdot 10^4 \text{ N}\cdot\text{m}$) [1].

Piepilsētas kustības nosacījumā ar īsiem ceļa posmiem un elektrovilciena biežajām pieturām maksimālais griezes moments M_j tiek sasniegts ar vilces dzinēja mazajiem apgriezieniem elektrovilciena gaitas uzsākšanas laikā.

$$M_j = 0.159 \cdot \frac{P \cdot \eta}{n} \cdot 60 \quad (1)$$

kur:

P – vilces dzinēja jauda = 180 kW.

n – vilces dzinēja apgriezieni pie:

- 10 km/h = 129 apg./min = 2.15 apg./sek.;
- 20 km/h = 258 apg./min = 4.3 apg./sek.;
- 40 km/h = 517 apg./min = 8.61 apg./sek.

η – vilces dzinēja lietderības koeficients – 95%.

Aprēķināt rotācijas momentu pie kustības ātruma 10; 20; 40 km/h:

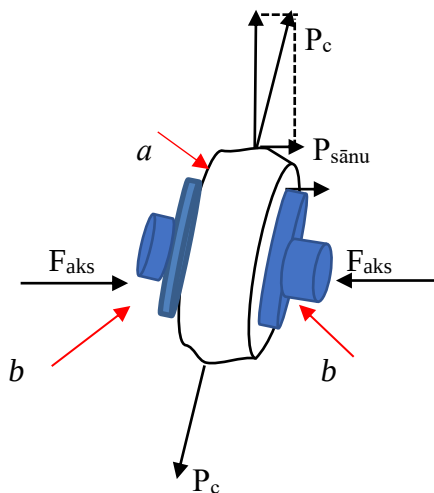
$$M_{j, 10} =$$

$$M_{j, 20} =$$

$$M_{j, 40} =$$

Uz gumijas-korda sajūga, darbības laikā, darbojas dažādi spēki: R_c centrālās spēks, $P_{sānu}$ spēks un aksiālais spēks F_{akss} . Kā arī pie liela kustības ātruma, centrālās spēka darbības rezultātā, parādās ass spēks T . Šo spēku lielā ietekme var izvest no ierindas gumijas korda sajūgu, sakarā ar apvalka pārrāvumu vai sajūga sānu virsmas nodilumu (bojājumu).

Spēki kas darbojas uz gumijas-korda sajūgu:



Att. 1. Spēki, kas darbojas uz gumijas korda sajūgu

a – gumijas-kordas sajūgs; b – atloks

P_c centrālās spēka noteikšana ar maksimālo kustības ātrumu 120 km/h:

$$P_c = m \cdot \omega^2 \cdot R \quad (2)$$

kur:

m – gumijas korda sajūga masa = $10^{+0,5}$ kg;

ω – vilces dzinēja leņķiskais ātrums (apgriezienu skaits) stundas režīmā ER2 – 1145 apg/min = 119.9 rad/sek. pie ātruma 120 km/st. = 162.3 rad/sek.

- R – gumijas korda sajūga rādiuss, D/2 (m), tabulā 1.

Stundas režīmā: $P_c =$

Pie ātruma 120 km/st: $P_c =$

1. Sānu spēka $P_{sānu}$ noteikšanu, kas piespiež sajūgu pie atlokiem, var noteikt ar spēku sadalīšanu pēc paralelogrammas sadalījuma likuma ar spēku P_c

$$P_{sānu} = P_c \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

gumijas-korda sajūga slīpuma leņķis 85°

$$\cos 85^\circ = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$P_{sānu} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ H.}$$

2. Aksiālo spēku noteikšana uz gumijas korda sajūgu.

Aksiālie spēki ir spēki, kas tiecas saspiest sajūgu un vērsti gar to, kā arī aksiālie spēki darbojas uz mazā zobrata gultņiem un tie ir vibrācijas un trokšņa avots:

$$F_{aks} = 0.57 \cdot M_j - 0.22 \cdot 10^{-3} \cdot n^2 \quad (4)$$

kur:

n – vilces dzinēja apgriezienu (apg. /min) pie ātruma:

- 10 km/h = 129 apg/min = 2.15 apg./sek.;
- 20 km/h = 258 apg/min = 4.3 apg./sek.;
- 40 km/h = 517 apg/min = 8.61 apg./sek.

Griezes moments $M_j(H^*M)$ pie ātruma:

- 10 km/h = $\underline{\hspace{2cm}}$ H*m;
- 20 km/h = $\underline{\hspace{2cm}}$ H*m;
- 40 km/h = $\underline{\hspace{2cm}}$ H*m

pie: 10 km/h $F_{aks} =$ _____ H
 pie: 20 km/h при: $F_{aks} =$ _____ H
 pie: 40 km/h при: $F_{aks} =$ _____ H

Griezes moments uz gumijas-korda sajūga čaulu tiek nodots ar berzes spēka palīdzību, kas veidots, savelkot gumijas-korda sajūga bultskrūves M-24. Piegriezes momenta pārdēvēs no vilces dzinēja, apvalkā darbojas griešanas nobīdes saskares sprieguma τ_k . Vislielākās saskares sprieguma τ_k lielums gredzenveida šķēlumā, pie gumijas korda sajūga nostiprināšana ar atloka D_1 diametru, sasniedz vilces dzinēja palaišanas laikā, kad notiek M_j vislielākā (maksimālā) griezes momenta realizācija pie vilces dzinēja mazajiem apgriezieniem. Tā kā visbiežāk sastopamais sajūga atteikums ir atteikums, kurš saistīts ar ārējo apvalka bojājumu sajūga nostiprināšanas vietā pie atloka, pārbaudām čaulas stiprības nosacījumu uz nobīdi:

$$\tau_k = \frac{2000 \cdot M_j}{\pi \cdot D_1^2 \cdot b} \leq [\tau] \quad (5)$$

kur:

$[\tau]$ – pieļaujamie griešanas nobīdes saskares spriegumi apvalka, Mpa= 0.7 – 0.75MPa; [mašīnu elementi]

b – apvalka biezums nobīdes vietā = 21 mm.

D_1 – sajūga diametrs sajūga nostiprināšanas vietā pie atloka = 0.45m.

- Pie $M_{j,10} = 12,64 \cdot 10^3 \text{ H} \cdot \text{m} - \tau_k =$ _____ Mpa
- Pie $M_{j,20} = 6,32 \cdot 10^3 \text{ H} \cdot \text{m} - \tau_k =$ _____ Mpa
- Pie $M_{j,40} = 3,15 \cdot 10^3 \text{ H} \cdot \text{m} - \tau_k =$ _____ Mpa

Turklāt pārvadājot lielu pasažieru skaitu vagonā (rīta un vakara maksimumu laikā, kā arī vasaras sezonā), vagona masa tiek palielināta, kā rezultātā rodas vilces dzinēja vārpstas pārbīdīšana attiecībā pret mazā zobrata vārpstu, sajūgs šo vārpstas asu neatbilstību kompensē un kā rezultātā sajūga materiālā rodas papildu radiālā slodze F_r .

$$F_r = (0,1 \dots 0,3) \cdot F_r' \quad (6)$$

Kur: F_r' – apļa spēks sajūga čaulā, H.

$$F_r' = \frac{2000 \cdot M_j}{D} \quad (7)$$

Где: D – sajūga diametrs = 0.58 м.

- Pie 10 km/st. $F_r = H$
- Pie 20 km/st. $F_r = H$
- Pie 40 km/st. $F_r = H$

4. Gumijas-korda uzmavas cietības noteikšana pēc Šora A metodes.

Gumijas-korda sajūga cietības noteikšana pēc Šora A skalas, pie gaisa temperatūra +22 °C. Iegūtos rezultātus ieraksta 2. tabulā un salīdzina ar ISO standartu.

2.tabula

Gumijas-korda sajūga cietības noteikšana

Cietība pēc Šora A pārklājuma gumijai, nosacītās vienības	Mērījumi	
	t = +22°C	EN Standarta dati
Puse A* augšējā daļa		no 50.0 līdz 65.0
Mala A vidējā daļa		no 50.0 līdz 65.0
Mala A apakšējā daļa		no 50.0 līdz 65.0
Mala B* augšējā daļa		no 50.0 līdz 65.0
Mala B vidējā daļa		no 50.0 līdz 65.0
Mala B apakšējā daļa		no 50.0 līdz 65.0

*Mala A (no reduktora pusē) Mala B (no vilces dzinēja pusē)

Secinājumi :

5. Secinājumi par paveikto darbu

Veikt pamatsecinājumus un atzinumus par gumijas korda uzmavas materiālu kvalitāti izgatavošanai.

[illegible]

Gumijas korda sajūga savienojuma bultskrūvju struktūras noteikšana un ķīmiskā sastāva analīze

1. Bultskrūvju mērījumu veikšana ar mērinstrumentu palīdzību.

1. tabula

Mērījumi:	Mērījumu rezultāti:
Garums	
Diametrs	
vītnes soli	

Lai sagatavotu paraugus pētniecībai, veikt parauga nogriešanu ar Mecatome T255 / 300 griešanas stendu . Otrajā posmā veikt parauga iepresēšanu, ar Mecapress II iepresēšanas stendu. Trešajā posmā veikt parauga pulēšanu līdz spoguļa stāvoklim, ar Mecatech 334 pulēšanas stendu.



Dabūta parauga attēls

3. Tērauda metāla konstrukcijas defektu noteikšana un atklāšana, ar elektronisko mikroskopu Carl Zeiss Axiovert 40 MAT.

Mikrostruktūras pētīšana, iespējamo metāla defektu atklāšanā, ar elektronisko mikroskopu palīdzību, pie dažādiem palielinājumiem x50, x100 un x200:

Rezultāti pie palielinājuma x50

Rezultāti pie palielinājuma x100

Rezultāti pie palielinājuma x200

Secinājums:

1. Aprakstiet konstatētos defektus, poras, plaisas, ieslēgumus mikrostruktūrā.

Metāla struktūras noteikšana pēc parauga kodināšanas ar 5% slāpekļskābes maisījumu pie dažādiem palielinājumiem x200 un x500:

Rezultāti pie palielinājuma x200

Rezultāti pie palielinājuma x500

Secinājums:

1. Noteikt paraugam metāla struktūru un dot raksturojumu:

4. Tērauda parauga ķīmiskā sastāva noteikšana, ar optisko emisijas ķīmisko analizatoru PMI Master PRO.

Veikt un noteikt parauga ķīmisko sastāvu. Iegūtos datu ievadīt 2. tabulā un norādīt tērauda marku paraugam 1 un paraugam 2.

2. tabula

Elementi	Mērījumi				EN 10083
	Paraugs 1 (_____)		Paraugs 2 (_____)		
	Min/Max	Average	Min/Max	Average	
Fe					98,12 – 97,24
C					0.41 – 0.49
Si					0.17 – 0.37
Mn					0.50 – 0.80
P					-----
S					-----
Cr					0.80 – 1.10
Mo					-----
Ni					-----
Al					-----
Co					-----
Cu					-----
Nb					-----
Ti					-----
V					-----
W					-----
Pb					-----
Zr					-----

Aprakstiet ķīmisko elementu ietekmi uz tērauda mehāniskajām īpašībām:

[illegible]

5. Secinājumi par paveikto darbu.

Izdarīt galvenos secinājumus par bultskrūvju tērauda kvalitāti:

This image shows a full page of blank white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for writing or drawing. There are no margins, text, or other markings present.

Laboratorijas darbs Nr. 3

Metālu cietības noteikšana ar Brinela un Rokvela metodi

Darba mērķis: studentu apmācība iemaņām metālu cietības noteikšanai, ar Brinela un Rokvela metodi, ar moderno mēraparātu MIC 10, kā arī ar Tinius Olsen mēraparātu un iegūtos datus salīdzināšana ar EN un ISO standarta datiem.

1. Brinella un Rokvela cietības metožu noteikšanas aprakstīšana.

Aprakstīt Brinela un Rokvela cietības metodes noteikšanas nozīmi un to atšķirīgās īpatnības.

This image shows a full page of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for handwriting practice or general writing. There are no margins, text, or other markings on the page.

2. Cietības noteikšana ar Brinela metodi.

Riteņpāra ass un bandāžas tērauda cietības pārbaude pēc Brinela skalas (HB), ar moderno mēraparātu "MIC 10". Iegūtos datus ievadīt 1. tabulā un salīdzināt ar standarta datiem.

1. tabula

Cietības pārbaude (HB)

Mērījumi	1	2	3	4	5	Average
Riteņpara bandāža						
Riteņpara ass						
Standarta dati (EN 13261:2009, NEQ) (ISO 1005-3:1982, NEQ)	Maksimāla tērauda cietība HB max, Tērauds 2: 269-321 HB.					

Secinājums:

3. Cietības noteikšana ar Rokvela metodi.

Riteņpāra ass un bandāžas tērauda cietības pārbaude pēc Rokvela skalas (HRC), ar moderno mēraparātu Tinius Olsen. Iegūtos datus ievadīt 2. tabulā un salīdzināt ar standarta datiem.

2.tabula

Cietības pārbaude (HRC)

Mērījumi	1	2	3	4	5	Average
Pētījamais paraugs						
Standarta dati (EN 13261:2009, NEQ) (ISO 1005-3:1982, NEQ)	Maksimāla tērauda cietība HRC max, Tērauds 2: 25,6 – 33,0 HRC.					

Secinājums:

4. Secinājumi par paveikto darbu.

Salīdzināt iegūtos cietības mērījumu datus ar standarta datiem un izdarīt galvenos secinājumus par pētāmo paraugu cietību:

This image shows a full page of blank white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for writing. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Laboratorijas darbs Nr. 4

CA-3 autosakabes darbderīguma noteikšana

Darba mērķis: ir apmācīt studentu iemaņām autosakabes CA-3 mērīšanai, darbderīgumu konstatēšanu to piemērotību ekspluatācijā, ar specialu mēršablonu un instrumentu palīdzību.

1. Autosakabes CA-3 uzbūves aprakstīšana un autosakabes nozīme.

Aprakstīt autosakabes CA-3 nozīmi, konstrukciju un to pamatelementu sastāvdaļas:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Aprakstīt autosakābes bojājumus ar kuriem aizliegts ekspluatēt autosakabi.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Aprakstīt šablona Nr. 873 nozīmi un autosakabes elementu (sastāvdaļas), kuras var izmērīt ar šo šablonu:

[illegible]

[illegible]

4. Autosakabes CA-3 pamātizmēru un brākēšanas izmēru noteikšana.

Noteikt autosakabes CA-3 pamatizmēru un brāķēšanas izmēru ar šablona palīdzību saņemtos datus ievadīt 1. tabulā.

1. tabula

Autosakabes CA3, mērīšana № _____ Šablons 873, № _____	Atveres platumu mērīšana	Mažu zobu mērīšanā	Pārbauda attālumu no atveres trieciensienas līdz lielā zoba vilces virsmai	Kontrolē slēga biezumu	Pārbauda drošinātāja darbību pret pašatkabināšanos
Derīgs					
Nav derīgs					

5. Secinājumi par paveikto darbu.

Izdarīt secinājumus par autosakabes CA-3 darbderīgumu tālākajai ekspluatācijai.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Laboratorijas darbs Nr. 5

Riteņpāru mērījumi

Darba mērķis: apmācīt studentu iemaņām rīteņpāru bandāžas mērīšanā ar speciāliem mērīšanas šabloniem un instrumentiem.

1. Riteņpāru apraksts.

Aprakstīt dīzeļlokomotīvu un vagonu riteņpāru nozīmi un konstrukciju, un to sastāvdaļas:

[illegible]

2. Aprakstīt riteņpāru pamatbojājumus sastopamus ekspluatācijā.

Aprakstīt bojājumus, ar kuriem aizliegts ekspluatēt riteņpārus.

[illegible]

3. Platsliežu ritošā sastāva kustības ātrums ar bojātu riteņpāri

Saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr.724 «Dzelzceļa tehniskās ekspluatācijas noteikumi» datiem, kustības ātrumu nedrīkst pārsniegt ja izmērīti riteņpāru parametri vairāk, aizpildīt 1. tabulu.

1 tabula

Nr. p.k.	Ritošais sastāvs	Ceļā konstatētais izrāvums vai uzmetinājums uz riteņa velšanās virsmas	Ritošā sastāva ātrums līdz tuvākajai stacijai
1.	Lokomotīve un motorvagonu ritošā sastāva motorvagona motorratiņi	lielāks par 1 mm, bet nepārsniedz 2 mm	
		lielāks par 2 mm, bet nepārsniedz 4 mm	
		lielāks par 4 mm	
2.	Pasažieru vagoni, motorvagonu ritošā sastāva piekabvagoni un motorvagonu balstratiņi	lielāks par 2 mm, bet nepārsniedz 6 mm	
		lielāks par 6 mm, bet nepārsniedz 12 mm	
		lielāks par 12 mm	
3.	Kravas vagoni un tenderis	lielāks par 2 mm, bet nepārsniedz 6 mm	
		lielāks par 6 mm, bet nepārsniedz 12 mm	
		lielāks par 12 mm	
4.	Sliežu motortransports	lielāks par 2 mm, bet nepārsniedz 6 mm	
		lielāks par 6 mm, bet nepārsniedz 12 mm	
		lielāks par 12 mm	

4. Rītenparu pamatparamētru noteikšana

Noteikt ritenpāra pamatparamētrus un dabūtos (saņemtos) datus ievadīt 2. tabulā

2. tabula

Riteņparu mērījumi	Bandaža biezums mm.	Uzmalas biezums mm.	Velšanas loka nodilums mm.	Uzmalas stāvuma parāmēts (bīstama forma) mm.	Velšanas loka diametrs mm
R/p № _____					

Nobeigums: dabūto datu salīdzināšana ar Ministru kabineta noteikumu Nr. 724 «Dzelzceļa tehniskās ekspluatācijas noteikumi» datiem:

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

5. Secinājumi par paveikto darbu

Aprakstīt, vai rītenpāris atbilst Ministru kabineta noteikumiem Nr. 724 «Dzelzceļa tehniskās ekspluatācijas noteikumi» prasībām un var to tālāk ekspluatēt?

[illegible]

Literatūras saraksts

- [1] Бирюков И. В., Беляев А. И., Рыбников Е. К. *Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог*. – М.: Транспорт, 1986. – 256 с.
- [2] Levinson M., Burgess I.W. *A comparison of some simple constitutive relations for slightly compressible rubber-like materials* / // Int. J. Mech. Sci. –1971. – Vol. 13. – P. 563–572.
- [3] Majeed B., Basturk S. *Analysis of polymeric composite materials for frictional wear resistance purposes (2021) Polymers and Polymer Composites*, 29 (2), pp. 127-137.
- [4] *Structural alloy steel bars Technical Specifications GOST 4543 – 71*. (In English).
- [5] *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel ISO 898-1:1999* (In English).
- [6] Akciju sabiedrība “Pasažieru vilciens” Nr. PV-7/2020 “*Dzelzceļā ritošā sastāva automātiskās sakabes ierīces remonta un apkopes instrukcija*”, 2020.g.
- [7] Ministru kabineta noteikumi Nr.724 «*Dzelzceļa tehniskās ekspluatācijas noteikumi*».