

SPĒKRATU PAGRIEZES MEHĀNISMU PĒTĪŠANA AR MODELI

INVESTIGATION OF TURNING MECHANISM OF VEHICLES WITH A MODEL

D. Berjoza, J. Pommers

LLU Spēkratu katedra

Department of Power machinery, LUA

Abstract. In the article modulation possibility of vehicles' turning mechanisms has been studied. The results of the theoretical research have been checked in experimental investigations by the original model. For experimental research a model (Fig.1) was made, which simulated GAZ-24-10 in scale 1:10. The model resemblance coefficient selection is well-founded. Construction of model, parameters of steering trapezium, engine gearbox, speed regime selection are inspected. A car's front light wiper electrical engine and a little modified gearbox are used in the model. A maximum speed of the model from the point of view of the falling and sliding for minimal turning radius are well founded. This model imitates at the free hubs and clutch turning mechanisms in the front and rear axle drive. The model has a distance steering mechanism (Fig. 1). It is possible to alter the speed and longitudinal base. Original research methodologies is described. The model movement at six turning radii (Fig. 2) and five speed regimes have been described. The model movement and chronometer are filmed with a videocamera. The graphics $\Delta v = f(R)$; $j = f(R)$ where drawn (Fig. 3, Fig. 4). The experimental research with the model confirms theoretical conclusions.

Key words: vehicles turning mechanism, model, training route, speed, acceleration, investigations, method, radius.

Spēkratu dzenošajos tiltos iebūvē dažādus pagriezes mehānismus, kas ļauj kreisās un labās puses dzenošajiem riteņiem griezties ar atšķirīgu ātrumu. Pagriezes mehānismi pagaidām vēl ir maz pētīti. Tāpēc apgrūtināta to objektīva salīdzināšana.

Pagriezes mehānismus, atkarībā no spēkratu ātruma izmaiņas pagriezienā, motora griešanās ātrumam nemainoties, var iedalīt brīvrumbu, diferenciāļa un sānsajūga tipa mehānismos (J. Blīvis *et al*, 1974). Spēkratu pagriezes mehānismu izvēle nav zinātniski pamatota ne teorētiski, ne eksperimentāli. Pagriezes mehānisma nepiemērotas izvēles gadījumā notiek pārlietu ātra transmisijas detaļu izdīlšana pārslodžu dēļ, kas rodas pagriezienā, palielinās degvielas patēriņš, samazinās spēkratu šķērsnoturība un stabilitāte, rodas diskomforts pasažieriem un vadītājam. Tādēļ ir nepieciešams pētīt spēkratu pagriezes mehānismu veidu ietekmi uz automobiļa ekspluatācijas īpašībām. Pagriezes mehānismu teorētisko pētījumu (D. Berjoza, J. G. Pommers, 1997) secinājumu pareizības pārbaudei veikti eksperimentālie pētījumi ar modeli.

Tika izgatavots oriģinālas konstrukcijas modelis, kurš fizikāli (bet ne ģeometriski) adekvāts oriģinālam. Tā kā teorētiskie pētījumi veikti automobilim GAZ-24-10, šis automobilis arī izraudzīts par modeļa prototipu.

Visi spēkratu lineārie izmēri un arī braukšanas ātrums ir proporcionāli riteņa rādiusam, tāpēc modeļa līdzības koeficients (J. Pommers, 1989) noteikts, ņemot par pamatu riteņa rādiusu:

$$K = \frac{r_a}{r_m}, \quad (1)$$

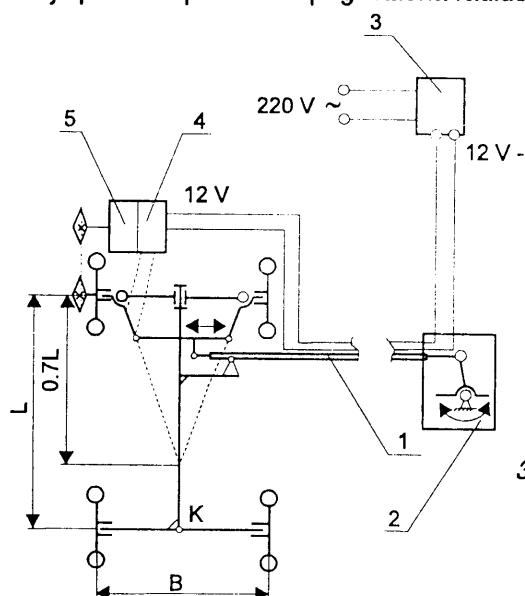
kur r_a - automobiļa riteņa rādiuss, m;

r_m - modeļa riteņa rādiuss, m.

Ņemot vērā, ka $r_a=0.335$ m un $r_m=0.034$ m, iegūst $K=10$. Izmantojot šo līdzības koeficientu un zinot GAZ-24-10 pētījumam būtiskos lineāros izmērus - šķērsbāzi B un garenbāzi L , tiek aprēķināti modeļa parametri $B=0.15$ m un $L=0.28$ m.

Teorētiskajos pētījumos (D. Berjoza, J. G. Pommers, 1997), balstoties uz maksimālā kritiskā sānnoturības ātruma aprēķinu, maksimālais kustības ātrums pagriezienā pieņemts 7.5 m/s. Ņemot vērā līdzības koeficientu, modeļa kustības ātrums pagriezienā nedrīkst pārsniegt 0.75 m/s, pretējā gadījumā iespējama tā sānsfide.

Modelim, kura shēma dota 1. attēlā, tika izveidota prototipam principā līdzīga stūres iekārta. Trapeces parametri izraudzīti pēc Čudakova metodes (A. С. Литвинов, 1963), grozāmsviru pagarinājumiem krustojoties uz automobiļa simetrijas ass $0.7 L$ attālumā no priekšējās ass. Būdama vienkārša, šī metode dod pietiekami precīzus rezultātus - modelis labi ietur uzdoto trajektoriju praktiski pie visiem pagriežiena rādiusiem.



1. att. Modeļa shēma:
1 - trosē; 2 - vadības pults;
3 - taisngriezis; 4 - elektromotors; 5 - reduktors.
Fig. 1. Scheme of model:
1 - cable; 2 - control desk; 3 - transformer;
4 - electrical engine; 5 - reductor.

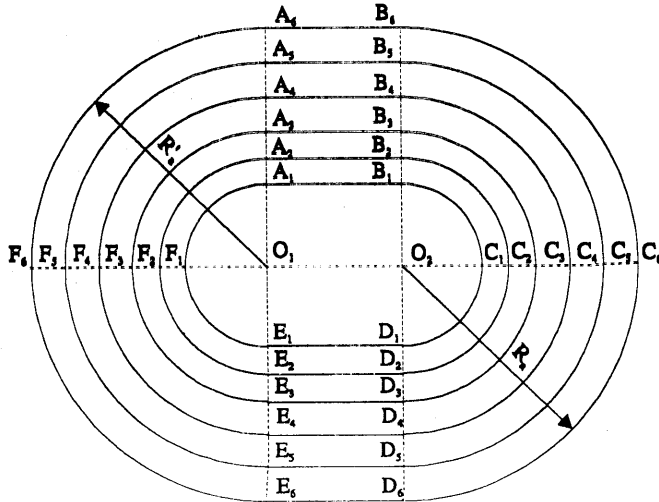
Stūrēšanai izmantota tālvadības iekārta ar trosi. Stūrē operators, kas iet blakus modelim. Modelim nepieciešama ērta ātruma režīmu maiņa un iespēja šos režīmus atkārtot bez speciālas regulēšanas. Tādēļ modeļa piedziņai ir lietderīgi izmantot līdzstrāvas elektromotoru. Modelim izmantots automobiļa priekšējo lukturu tīrītāja elektromotors, kurš apvienots vienā agregātā ar reduktoru. Mazliet izmainot reduktora konstrukciju un izmantojot ķēdes pārvadu, iegūst modelim nepieciešamo ātruma režīmu.

Par motora barošanas avotu izmantots līdzstrāvas taisngriezis, kuram var iestatīt 5 režīmus. Līdz ar to modelis var braukt dažādos ātruma režīmos. Modeļa motora barošanai izmanto 12 V līdzstrāvu, kuru ar divu vadu palīdzību, pievada vadības pultij un tālāk modelim.

Dažādu pagriezes mehānismu tipu imitēšana panākta ar to, ka modelim tiek piedzīts vienas vai otras puses ritenis. Atkarā no tā, kurš ritenis tiek piedzīts (pagriežiena iekšējais vai ārējais ritenis), tiek imitēts brīvrumbu vai sānsajūga tipa pagriezes mehānisms priekšējā tilta piedziņā. Sakarā ar to, ka diferenciāļa tipa pagriezes mehānisms nedod ātruma izmaiņu pagriezienā, tā imitācija nav nepieciešama. Modelim iespējams mainīt arī garenbāzi.

Eksperimentāli pētīti brīvrumbu un sānsajūga tipa pagriezes mehānismi priekšējā tilta piedziņā 3 ātruma režīmos, katru mērījumu atkārtojot 5 reizes. Eksperiments veikts telpā, speciāli iezīmētā

trasē, kura pēc savas formas atgādina stadionu - ar noteikta rādlusa pusapļiem, kurus savieno taisnes. Šis "stadions" parādīts 2. attēlā. Punkti $A_1 \dots A_6, F_1 \dots F_6$ iezīmēti precīzai laika kontrolei. Katrs izmēģinājums tiek uzņemts no augšas ar videokameru.



2. att. "Stadions": $A_1 \dots A_6$ un $D_1 \dots D_6$ - taisnvirziena kustības laika kontroles sākuma punkti pie atbilstošiem pagrieziena rādiusiem; $B_1 \dots B_6$ un $E_1 \dots E_6$ - taisnvirziena kustības laika kontroles beigu un līklīnijas kustības kontroles sākuma punkti pie atbilstošiem pagrieziena rādiusiem; $F_1 \dots F_6$ un $C_1 \dots C_6$ - līklīnijas kustības laika kontroles punkti pie atbilstošiem pagrieziena rādiusiem; $O_1 \dots O_2$ - pagrieziena centri.

Fig. 2. "Stadium": $A_1 \dots A_6$ and $D_1 \dots D_6$ - the beginning points of time control in the straight direct movement with a corresponding turning radii; $B_1 \dots B_6$ and $E_1 \dots E_6$ - the finishing points of time control in the straight direct movement and beginning points of time in the turn with corresponding turning radii; $F_1 \dots F_6$ and $C_1 \dots C_6$ - the points of time control in the turning movement with corresponding turning radii; $O_1 \dots O_2$ - the centre of turning

Modelis pa trasi tiek vadīts tā, lai tā pakāļējās ass viduspunkts K visu laiku kustētos pa trases iezīmēto līniju. Lai iegūtu ātruma izmaiņas $v=f(R)$ un braukšanas paātrinājuma $j=f(R)$ sakarības, tika izveidotas trases ar pagrieziena rādiusiem $R=0.6; 0.8; 1.0; 1.25; 1.5$ un 1.75 m.

Pieņemts, ka ātruma izmaiņa pagriezienā notiek ceļa posmā, kas vienāds ar $1/4$ no riņķa līnijas (J. Pommers, A. Ribovskis, 1977), t. i., trases posmos B - C, C - D, E - F, un F - A. Tad

$$s = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}, \quad (2)$$

kur s - nobrauktais ceļš, m;

R - trases pagrieziena rādiuss, m.

Laika mērīšanai izmantots hronometrs ar mērīšanas precizitāti 0.01 s. Ar videokameru vienlaicīgi filmēta modeļa kustība pa trasi un hronometrs, kas novietots trases vidū. Apstrādājot videoierakstu, noteikts laiks, kurā modelis nobraucis attiecīgo trases posmu. Zinot laiku t un ceļu s , var aprēķināt ātrumu pagriezienā

$$v_p = \frac{R}{2t}, \text{ m/s.} \quad (3)$$

Ātruma starpību Δv nosaka pēc sakarības

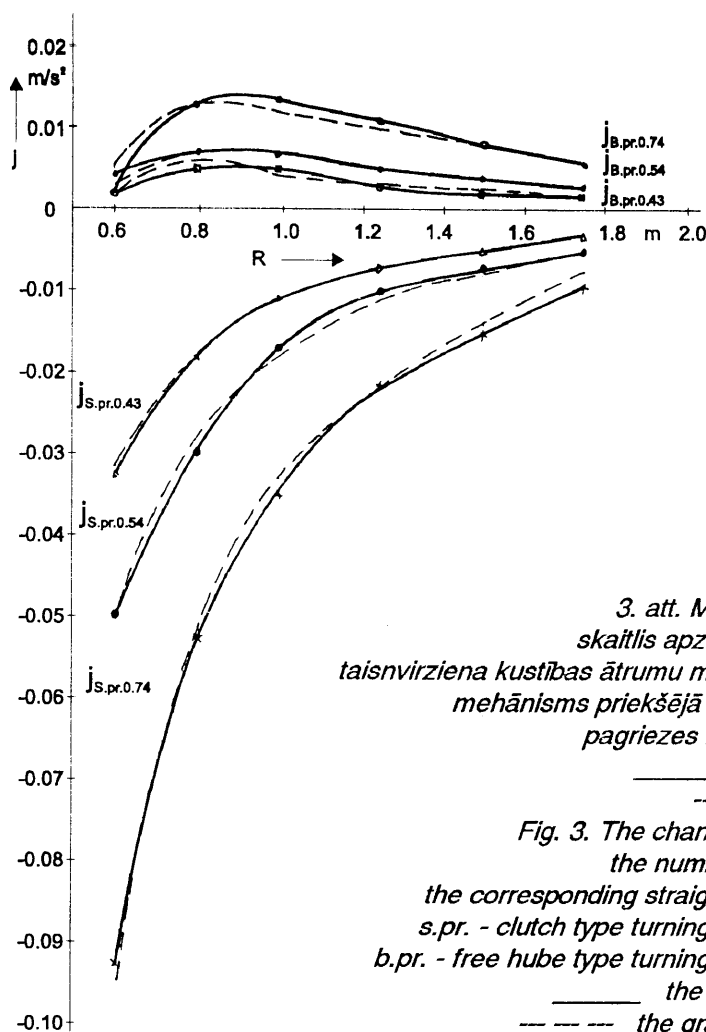
$$\Delta v = v_p - v_t, \text{ m/s,} \quad (4)$$

kur v_t - taisnvirziena kustības ātrums, m/s.

Modeļa braukšanas paātrinājumu nosaka pēc izteiksmes

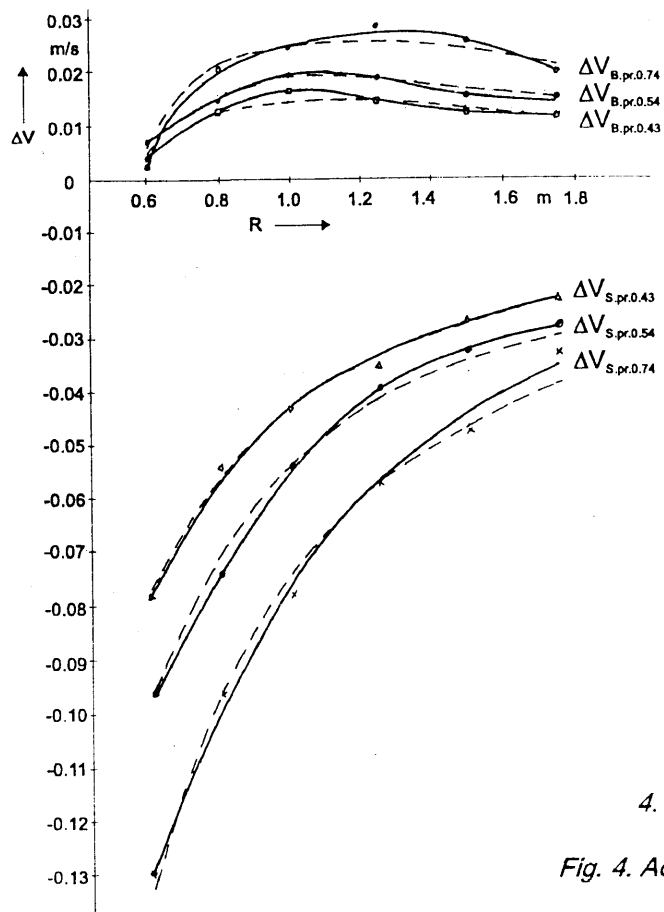
$$j = \frac{v_p - v_t}{t} \quad (5)$$

Tā kā laiks noteikts ar precizitāti 0.01 s, bet ceļš - 0.001 m, iegūst sekojošu precizitātes novērtējumu: laika noteikšanā vidēji standartkļūda $S=0.05$ s, variāciju koeficients $V=2.22$, tātad mērījumu precizitāte ir pietiekami augsta. Ātrums un paātrinājums aprēķināti, balstoties uz laiku, kādā modelis nobrauc attiecīgo trases posmu. Līdz ar to arī modeļa Δv un j rezultātu ticamība ir atbilstoša laika noteikšanas rezultātu ticamībai. Iegūtos datus izmanto grafiku $\Delta v = f(R), j = f(R)$ konstruēšanai, kas parādīti 3. un 4. attēlos.



Lai varētu salīdzināt teorētiski aprēķinātos (D. Berjoza, J. G.Pommers, 1997) un eksperimentāli iegūtos datus, modelim teorētiski aprēķinātā ātrumu starpība un paātrinājums attēloti grafikos ar pārtrauktu līniju.

Kā redzams no 3. un 4. attēla, pie maksimāli sagriežtiem priekšējiem riteniem, izmantojot sānsajūga tipa pagriezes mehānismu, $\Delta v = -0.13$ m/s, bet j pārsniedz -0.09 m/s², brīvrumbu tipa pagriezes mehānismam attiecīgi Δv nepārsniedz 0.008 m/s un $j = -0.005$ m/s². Šim pagriezes mehānismam ir arī izdevīgāks līkņu raksturs. Palielinoties pagriezienu rādiusam virs 1.2 m, abi pagriezes mehānismi nedod ievērojamu ātrumu starpību pagriezienā. Brīvrumbu tipa pagriezes mehānisma līkņu maksimuma punkts norāda, pie kāda pagriezienu rādiusa spēkratu ātruma izmaiņa un paātrinājums sasniedz vislielāko vērtību.



4. att. Modeļa paātrinājums pagriezienā.
Apzīmējumi kā 3. att.
Fig. 4. Acceleration of the model in the turning.
Designations as in Fig. 3.

Salīdzinot pārtrauktās un nepārtrauktās līnijas redzams, ka eksperimentālie pētījumi visumā apstiprina teorētisko secinājumu pareizību. Izmantojot modeli un pilnveidojot eksperimenta metodiku, iespējams pētīt arī ātruma un paātrinājuma izmaiņu atkarībā no spēkratu garenbāzes maiņas, kas ir turpmāko pētījumu uzdevums.

Slēdziens

1. Izveidotais modelis ļauj eksperimentāli pētīt dažādu pagriezes mehānismu tipu ietekmi uz spēkratu kustību pagriezienā. Turklāt, ir maināma arī modeļa garenbāze.
2. Izveidotā trase ("stadions") un izraudzītā metodika ļauj modeļa kustību pārbaudīt pietiekami variabli.
3. Līdzības koeficienta noteikšanai par pamatu var ņemt riteņu rādiusus modelim un prototipam.
4. Eksperimenta rezultāti pietiekami precīzi apstiprināja teorētiskos secinājumus par dažādu pagriezes mehānismu tipa ietekmi uz braukšanas parametriem.

Literatūra

1. Berjoza D., Pommers J.G. Spēkratu pagriezes mehānismu īpatnību teorētiskie pētījumi. Šajā krājumā iepriekšējais raksts.
2. Blīvis J., Gulbis V., Kažoks J. u. c. (1974). Traktori, automobiļi, motocikli. R.: Zvaigzne. 347.
3. Pommers J. (1989). Studentu zinātniskā darba pamati. 2. pārstr. izd. R.: Zvaigzne. 295.
4. Pommers J., Liberts G. (1985). Autobiļa teorija. R.: Zvaigzne. 345.
5. Pommers J., Ribovskis A. (1977). Autovadītājs - automobilis - ceļš. R.: Liesma. 172.
6. Литвинов А. С., Ротенберг Р. В., Фрумкин А. К. (1963). - Шасси автомобиля. М. 503.