

UDK: 629.114.2

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

OPTIMIRANJE TRAKTORSKIH SISTEMA SA ASPEKTA OPTEREĆENJA LJUDSKOG OPERATORA

**Rajko Radonjić*, Aleksandra Janković, Dragoljub Radonjić,
Branislav Aleksandrović**

Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac

Sažetak: Vozači poljoprivrednih traktora su izloženi visokim nivoima oscilatornih opterećenja. Mogućnosti za izolaciju niskofrekventnih oscilacija poljoprivrednog traktora uz pomoć konvencionalnih pasivnih sistema oslanjanja sedišta vozača su ograničene. Korišćenjem aktivnih sistema oslanjanja sedišta moguće je zaštititi vozača od štetnih oscilacija. U ovom radu analizirane su mogućnosti primene polu aktivnih i potpuno aktivnih sistema oslanjanja sedišta traktora. Analiza je sprovedena korišćenjem simulacionog modela traktora točkaša. Formirani kriterijumi procene u ovom radu pokazuju da se može postići znatno poboljšanje komfora sedišta traktora korišćenjem aktivnih sistema oslanjanja.

Ključne reči: *traktor, sedište, aktivno oslanjanje, komfor.*

UVOD

Ljudski faktor kao vozač traktora i rukovalac rada implemenata izložen je brojnim nepovoljnim uticajima od tako formiranog traktorskog sistema i od okruženja. Ovi uticaji se manifestuju kao fizička i psiho-fiziološka opterećenja, koja utiču na efikasnost obavljanja radnih zadataka i na zdravstveno stanje vozača, a posledica su neprikladnih konstruktivnih karakteristika traktora, nepovoljnih uslova kretanja, težih radnih režima, kao i složene funkcije upravljanja. Naime, s obzirom na određene zahteve poljoprivredni traktori su još uvek, u najčešće slučajeva, elastično neoslonjena terenska vozila. To znači vozila sa većim dimenzijama guma manje krutosti i prigušenja u odnosu na pneumatike drumskih vozila. Pod dejstvom pobude terena ili kolovoza izložena su visokim nivoima oscilatornih opterećenja koja se prenose na vozača i opterećuju ga [1]. Iz ovih razloga se, pri konstrukciji i upotrebi traktora danas, postavljaju sve stroži zahtevi u pogledu:

* Kontakt autor. E-mail: rradonjic@kg.ac.rs

1. Postizanja određenog nivoa komfora za vozača – operatora s obzirom na štetno dejstvo oscilacija [2],
2. Obezbeđenja, da vozač u svim radnim uslovima, zadrži optimalan položaj u odnosu na komande traktora [3],
3. Zaštite elemenata i sklopova traktora, zemljišta ili tereta koji se prevozi od visokih nivoa dinamičkih opterećenja.

Niskofrekventne mehaničke oscilacije traktora smanjuju radnu sposobnost vozača, a njihovo dejstvo u dužim vremenskim intervalima može izazvati ozbiljne zdravstvene probleme [2],[5],[8],[9]. Nivoi oscilacija poljoprivrednih traktora, pre svega nivoi vertikalnih ubrzanja, kojima su izloženi vozači, dugo vremena su tretirani kao neprihvatljivo visoki. Rezonantne učestanosti su uobičajeno u frekventnom domenu od 0.5 do 5 Hz, srednje kvadratne vrednosti nivoa ubrzanja do 0.2·g u vertikalnom pravcu, 0.15·g u bočnom i podužnom, sa vršnim vrednostima do 2·g [4],[9].

U pogledu poboljšanja oscilatornog komfora na poljoprivrednim traktorima aktivnosti su bile usmerene, u proteklom periodu, ka razvoju i primenu sekundarnih elastičnih oslanjanja, sedišta i kabine, a u manjoj meri razvoju primarnog oslanjanja, dakle oslanjanje osovine. Poljoprivredni traktori su univerzalno opremljeni sedištima sa slobodom kretanja samo u vertikalnom pravcu. U najvećem broju slučajeva, sedišta traktora su komercijalno realizovana kao pasivni uređaji izolacije oscilacija, uobičajene kombinacije opružnih i prigušnih elemenata. Elastično oslanjanje kabine, radnog prostora vozača, pruža mogućnosti postizanja slobode kretanja u drugim relevantnim pravcima i neposredno odklanjanje probleme izazvane relativnim kretanjem vozača u odnosu na komande za upravljanje traktorom. Delikatno pitanje pri izboru koncepta oslanjanja kabine traktora je odluka koje stepene slobode kretanja obezbediti. Ovaj koncept će uticati na složenost uređaja i sistema za kontrolu kretanja kabine. Prema tome, masovnija primena elastičnog oslanjanja kabine traktora još uvek nailazi na tehničke probleme i uslovljena je ekonomskom opravdanošću. Osim toga, veoma mali broj radova, do sada, razmatra pitanja optimizacije konstrukcije traktora, posebno izolatora oscilacija i sistema za upravljanje i rukovanje sa aspekta rezultujućih nivoa opterećenja.

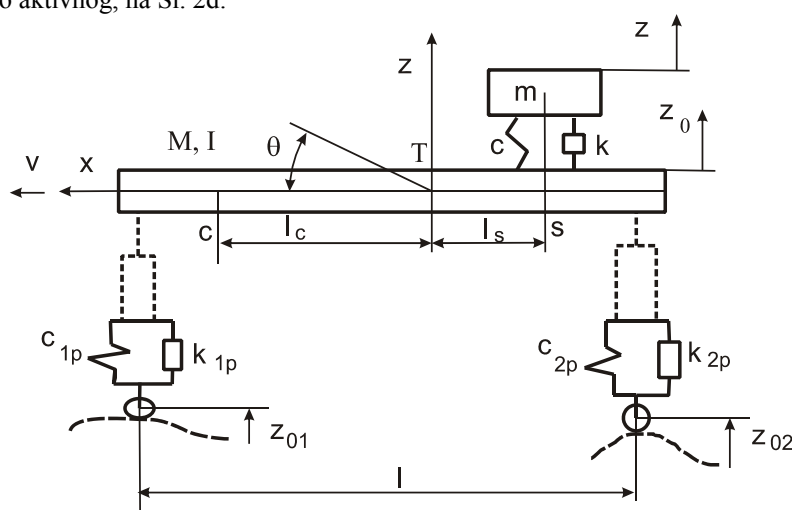
Imajući u vidu iznete probleme, u ovom radu smo razmotrili neke specifičnosti i ograničenja pasivnih sistema izolacije vozača od štetnog dejstva oscilacija i mogućnosti koje nudi primena poluaktivnih i aktivnih sistema oslanjanja sedišta traktora uz uvažavanje ovih trendova u oblasti oslanjanja sklopova i agregata drumskih motornih vozila.

MATERIJAL I METODE RADA

U vezi sa iznetim pitanjima u prethodnom poglavlju, u ovom poglavlju rada dat je sažet prikaz sadržaja rada i metode koje su korišćene za rešavanje postavljenih zadataka. Uzajamna sprega šasije traktora i posmatranog sedišta kao izolatora oscilacija, prikazana je na Sl. 1. Usvojen je koncept traktora sa elastičnim oslanjanjem preko točkova i guma prednje i zadnje osovine. Karakteristični oscilatorni parametri guma su označeni sa c_i i k_i , $i = 1, 2, \dots$, a sedišta sa c i k . Masa traktora M , masa sedišta sa vozačem m . Vertikalno pomeranje centra masa traktora T , sa z , odgovarajuće ugaono zaokretanje, θ . Položaj

sedišta u odnosu na centar masa T , sa l_s . Vertikalno pomeranje oslonjene mase sedišta i vozača, z . Vertikalno pomeranje tačaka veze sedišta sa šasijom traktora z_0 .

Nivoi oscilacija u pojedinim tačkama šasije traktora zavise od njihovog položaja u odnosu na referentne tačke ili ose, na primer, centar masa, osu prednjih, odnosno, zadnjih točkova, centre oscilovanja. Prema tome, pri izboru položaja sedišta, l_s , treba voditi računa o ovim nivoima, ali će uticaj ispoljiti i drugi faktori: konstruktivna ograničenja, položaj komandi, zahtevi pojedinih radnih i transportnih operacija. Usvojena struktura modela traktora sa submodelom pasivnog sistema oslanjanja sedišta, na Sl. 1, omogućava dalje uprošćenje modela za simulacije i skraćuje potrebno vreme. Naime, s obzirom da je masa sedišta sa vozačem znatno manja od ukupne mase traktora sa implementom, onda ova masa ispoljava neznatan uticaj na ukupne nivoe oscilovanja sistema. Time je omogućeno da se sistem na sl. 1a, raspregne na dva oscilatorna modela i to, prvi dvodimenzionalni model traktora, mase, M , i jedan model sa koncentrisanom masom, m , na pokretnoj platformi, M . Na ovaj način, model traktora se može analizirati odvojeno od sedišta, i time opisati njegovi relevantni oscilatorni procesi u funkciji uticajnih parametara, zatim isti preneti u bazu podataka i koristiti u svim slučajevima izbora ili zamene sedišta. Sa druge strane, za analizu oscilatornih procesa sedišta, u smislu njegovih filterskih svojstava, koristi se parcijalni submodel sa Slike 1, pobuđen oscilacijama pokretne platforme, odnosno, šasije traktora, koje se mogu brzo generirati ili koristiti iz baze podataka. Ovaj pristup je korišćen u predmetnom radu i na bazi njega formirane strukture submodela sedišta sa različitim vidovima oslanjanja, počev od pasivnog, već opisnog na Sl. 1, preko varijanti poluaktivnih sedišta Sl. 2, a, b, c, do potpuno aktivnog, na Sl. 2d.



Slika. 1 Oscilatorni model sistema traktor – sedište – vozač

Figure 1. Vibration model of tractor – seat – driver system

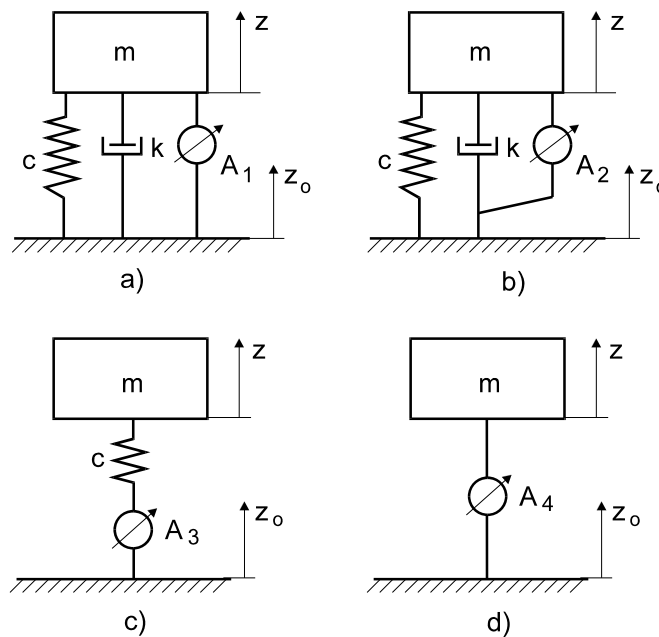
Prema modelu na Sl.1, odnosno, submodelima sedišta na Sl. 2, relativno pomeranje vozača sa sedištem, mase m , u odnosu na masu traktora M , $z-z_0$, je ograničeno s obzirom na upravljačko dejstvo vozača na komande traktora, a time je ograničena i najniža vrednost krutosti opruga, c . Sa druge strane, vozač na sedištu mora biti zaštićen od

štetnog dejstva oscilacija, iskazanog nivoima vertikalnog ubrzanja, d^2z/dt^2 . Ovaj zahtev je moguće ispuniti pri nižim vrednostima krutosti opruga sedišta, c . Dakle, ova dva zahteva su protivurečna. Kompromis se traži uvođenjem i analizom kriterijuma efikasnosti sistema oslanjanja u pogledu zaštite od oscilacija K_z i kriterijuma sa aspekta dinamike i tačnosti upravljanja K_d , respektivno, (1):

$$K_z = \ddot{z} / \omega^2 z_o, \quad K_d = (z - z_o) / z_o \quad (1)$$

gde su:

- K_z [-] - faktor pojačanja vertikalnog ubrzanja traktorskog sedišta,
- \ddot{z} [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$] - vertikalno ubrzanje traktorskog sedišta,
- z [m] - vertikalno pomeranje traktorskog sedišta,
- ω [$\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$] - kružna učestanost,
- z_o [m] - vertikalno pomeranje šasije traktora na mestu veze sedišta,
- K_d [-] - faktor pojačanja relativnog hoda traktorskog sedišta.



Slika. 2 Oscilatorni modeli varijanti traktorskih sedišta
Figure 2. Vibration models of tractor seat variantes

Posmatrano u frekventnom domenu, ovako definisani kriterijumi se mogu interpretirati kao odgovarajuće frekventne karakteristike, amplitudna i fazna.

Prema našim analizama [10] [12], mogući koncepti izvedbe sedišta traktora sa delimično ili potpuno kontrolisanim oscilatornim karakteristikama prikazani su na Sl.2. Zavisno od broja uključenih pasivnih elemenata, prva tri koncepta su svrstana u grupu poluaktivnih, Sl.2. a,b,c., a četvrti, Sl.2.d., u grupu potpuno aktivnih, kako je već

prethodno prikazano. Koncept na Sl.2.a., sadrži pasivne komponente sa dodatim upravljanim elektro-hidrauličnim cilindrom A_1 . Na Sl. 2.b., objedinjene su funkcije elektro-hidrauličnog cilindra A_2 i klasičnog hidrauličnog amortizera u funkciju elektronski kontrolisanog amortizera, sistem sa paralelnom spregom. I na Sl.2.c., isti sklop sa rednom spregom. Redosled varijanti je prikazan prema mogućem stepenu implementacije aktivnih komponenta u odnosu na preuzimanje osnovnih funkcija pasivnih sistema, nošenja - opruge, prigušenja - amortizeri i s obzirom na tempo razvoja i primene ovih komponenta na drumskim vozilima.

Dalja istraživanja i poredbene analize u smislu izbora optimalnog koncepta oslanjanja sedišta traktora sprovedena su na simulacionim submodelima (2), saglasno odgovarajućim fizičkim modelima na Sl.1 i Sl.2 :

$$\ddot{z} + (k/m)(\dot{z} - \dot{z}_o) + (c/m)(z - z_o) = 0$$

$$\ddot{z} + (k/m)(\dot{z} - \dot{z}_o) + (c/m)(z - z_o) = F_A/m, \quad F_A = a\ddot{z} + b\dot{z} + dz \quad (2)$$

$$\ddot{z} + (k_2 + A)(\dot{z} - \dot{z}_o) / k_1 + (k_3 / k_1)(z - z_o) = 0$$

gde su:

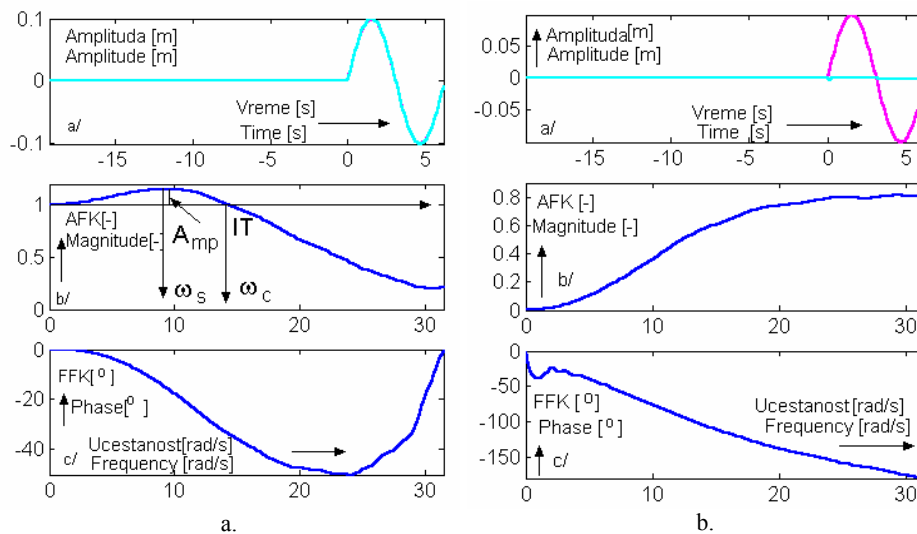
- k [Ns·m⁻¹] - prigušenje traktorskog sedišta,
- c [N·m⁻¹] - krutost traktorskog sedišta,
- m [kg] - masa sedišta i vozača,
- \ddot{z} [m·s⁻²] - vertikalno ubrzanje sedišta,
- \dot{z} [m·s⁻¹] - vertikalna brzina sedišta,
- z [m] - vertikalno pomeranje sedišta
- z_o [m] - vertikalno pomeranje šasije traktora na mestu veze sedišta,
- F_A [N] - komponenta sile poluaktivnog oslanjanja traktorskog sedišta,
- a [kg] - faktor pojačanja vertikalnog ubrzanja,
- b [kg·s⁻¹] - faktor pojačanja vertikalne brzine,
- d [kg·s⁻²] - faktor pojačanja vertikalnog pomeranja sedišta,
- k_1 [kg] - faktor mase sedišta,
- k_2 [kg·s⁻¹] - faktor prigušenja,
- A [kg·s⁻¹] - faktor regulisanog prigušenja,
- k_3 [kg·s⁻²] - faktor krutosti.

U odnosu na oscilatorni model sedišta sa pasivnim oslanjanjem, opšti model poluaktivnih sistema oslanjanja sedišta (2), uključuje dodatnu silu F_A , generiranu u povratnim spregama promenljivih stanja oscilatornog sistema, d^2z/dt^2 , dz/dt , .. sa odgovarajućim pojačanjima, a , b , Strukturu konkretnog koncepta, kao što je naglašeno, definiše broj uključenih pasivnih komponenta ali i broj i tip formiranih povratnih sprega. Struktura modela potpuno aktivnog sistem oslanjanja sedišta traktora definisana je povratnim spregama i njihovim parametrima, A , k_1 , k_2 , k_3 , (2). Na bazi ovoga, aktivni sistem oslanjanja sedišta omogućava potpuno raspredanje uzajamnog uticaja parametara mase, krutosti i prigušenja u odnosu na pasivni sistem, što je očigledno na osnovu poređenja prvog i trećeg izraza matematičkog modela (2), a što doprinosi značajnom poboljšanju performansi podsistema sedišta s obzirom na izolaciju vozača od nepovoljnih uticaja oscilacija. Struktura i parametri modela poluaktivnih i aktivnog sistema oslanjanja, prikazanih, izrazima (2), određena je prethodnom

procedurom uz korišćenje teorije optimalnog upravljanja i projektovanja optimalnih regulatora za gore navedene zadatke optimiranja, [11], [12].

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Za poljoprivredni traktor srednje kategorije sa pasivnim sistemom oslanjanja sedišta, prikazani su rezultati simulacije na Sl. 3 a i b, saglasno definisanim kriterijumima ocene (1). Prema Sl. 3a, na prikazu amplitudno-frekventne karakteristike ubrzanja sedišta, tipična su dva domena u odnosu na invarijantnu tačku IT . Domen ispred, pojačanje oscilacija; domen iza, slabljenje oscilacija. Na ovoj karakteristici se uočavaju određene protivrečnosti primenjenog pasivnog sistema oslanjanja sedišta. Naime, sa opadanjem prigušenja pasivni sistem pojačava nivoe oscilacija pri nižim učestanostima i slabi odgovarajuće nivoe pri višim učestanostima. S obzirom na tokove pobude sedišta od mase traktora, i ograničenog domena izbora sopstvene učestanosti sedišta, neophodno je povećati prigušenje pri nižim učestanostima što će se odraziti na pojačanje nivoa oscilacija pri višim učestanostima. A upravo u ovom domenu se nalazi sopstvena učestanost traktora. Sa ovim problemima se mora računati pri optimiranju parametara sedišta u sistemu, traktor - sedište - vozač. Na sličan način, se mogu diskutovati i ograničenja pasivnog oslanjanja sedišta na osnovu prikaza frekventnih karakteristika relativnog hoda sedišta u odnosu na šasiju traktora, prema tome, i u odnosu na komande sistema traktora i priključaka, Sl. 3b.



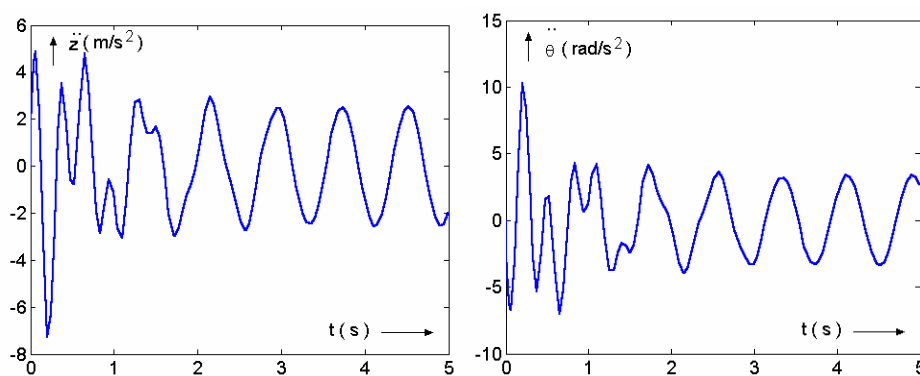
Slika. 3 Frekventne karakteristike pasivnog sedišta traktora

Figure 3. Frequency characteristics of tractor passive seat

Rezultati na Sl. 3, omogućavaju da se odrede tri karakteristična parametra ocene filterskih svojstava sedišta za vozača, značajna za izolaciju oscilacija i to, nadvišenje amplitudno-frekventne karakteristike, tj. vrednost maksimuma iznad vrednosti $AFK = 1$,

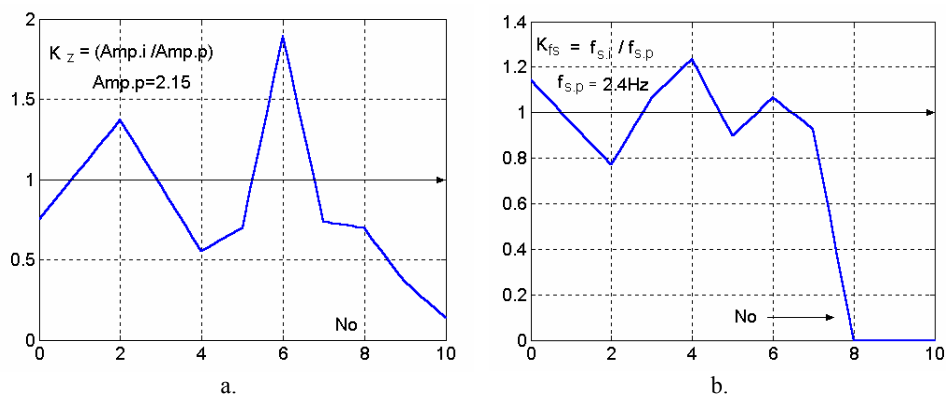
obeležena sa, A_{mp} , zatim, vrednost apscise pri ovom maksimumu, ω_s , kao učestanost sopstvenih oscilacija sedišta i na kraju, presečna tačka prave, nivoa $AFK = 1$, sa krivom AFK , kao propusni opseg oscilacija sedišta, ω_c , posmatranog kao filter. Ova tri kriterijuma su bila baza za poređenje prikazanih koncepata oslanjanja sedišta traktora prikazanih na Sl. 2. U prethodnoj fazi je definisan pobudni signal šasije traktora za simulaciona istraživanja varijanti sedišta pod identičnim uslovima. Signal je dobijen simulacijom oscilacija šasije traktora za izabranu pobudu od tla, [6], [7], [13]. Ilustrativni prikaz je dat na Sl. 4, kao promene vertikalnih i ugaonih ubrzanja šasije traktora za periodičnu pobudu preko točkova.

Na Sl. 5., prikazani su karakteristični parametri varijanti sedišta sa Sl. 2, čiji je broj znatno povećan variranjem relevantnih parametara za regulaciju elastoprigušnih karakteristika, redni brojevi na apcisi prikaza Sl. 5. Pri tome, prva tri grafika, na Sl. 5 a, b, c, prikazuju indeks povećanja, odnosno smanjenja karakterističnog parametra, prema sl. 3a, u odnosu, na pasivno oslanjanje sedišta, prema kriterijumu nivoa vertikalnih ubrzanja. Zadnji prikaz na Sl. 5d, daje zbirni uvid u tokove promene sva tri parametra, za date uslove posmatranja, Sl. 3b, i relativno pomeranje sedišta u odnosu na šasiju traktora.



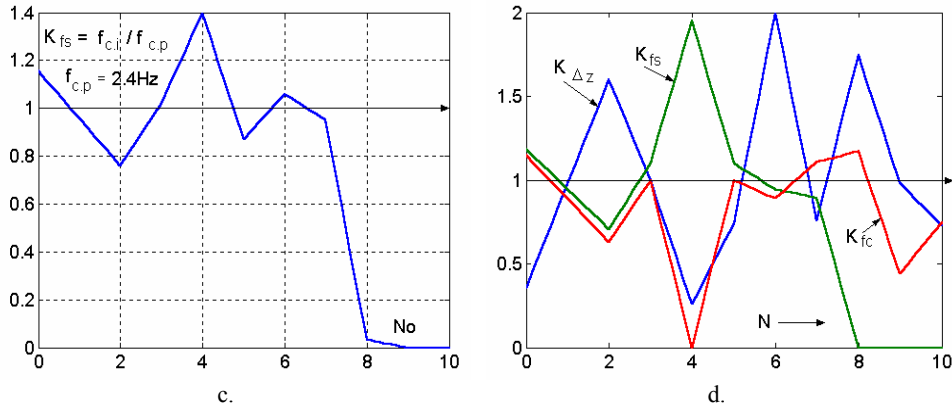
Slika 4. Vertikalna i ugaona ubrzanja šasije traktora

Figure 4. Vertical and angular acceleration of tractor suspended mass



a.

b.



Slika. 5 Parametri ocene traktorskih sedišta

Figure 5. Evaluation parameters of tractor seats

Poredbena analiza rezultata na Sl. 5, ukazuje da poluaktivni sistemi oslanjanja sedišta traktora u izvesnoj meri modifikuju karakteristike pasivnih, klasičnih sistema oslanjanja. Sa druge strane potpuno aktivni sistemi oslanjanja sedišta, značajno poboljšavaju performanse. U čitavom frekventnom području je postignuto aktivno slabljenje nivoa oscilacija, eliminisane su rezonantne oscilacije, sužen je propusni opseg i time pojačana filterska svojstva posmatranih sedišta.

ZAKLJUČAK

Specifičnosti konstrukcije traktora i implemenata, njihova interakcija, zatim uslovi kretanja i složena funkcija upravljanja mogu izazvati efekte koji nepovoljno utiču na zdravlje ljudskog operatora. U ovu grupu faktora se svrstavaju i oscilatorni procesi traktora koji se posebno ispoljavaju na neravnom tlu i terenu. U smislu poboljšanja oscilatorne udobnosti traktorskih sistema aktivnosti su bile usmerene na optimiranje oscilatornih parametara guma, kao i na razvoj i primenu sekundarnih sistema oslanjanja, sedišta i kabina, a u manjoj meri na razvoj dopunskih sistema oslanjanja točkova i osovina. U najvećem broju varijanti, sedišta traktora su realizovana kao sistemi sa pasivnim elementima, dakle, kao uobičajene kombinacije opružnih i prigušnih elemenata. Rezultati do kojih smo došli u ovom radu pokazuju određene protivurečnosti primene pasivnih sistema oslanjanja sedišta. Naime, sa opadanjem prigušenja, pasivni sistem pojačava nivo oscilacija pri nižim učestanostima i slabi odgovarajuće nivo pri višim učestanostima. U tom smislu, određeni problemi se pojavljuju pri usaglašavanju karakteristika elastičnosti i prigušenja sedišta s obzirom na zahteve minimiziranja ubrzanja, mekše oslanjanje i zahteve ograničenog pomeranja operatora u odnosu na komande traktora i implemenata, tvrđe oslanjanje. Pri tome se mora voditi računa o domenima izmene sopstvenih učestanosti traktora, sedišta i učestanostima tipičnih pobudnih sila.

Rezultati dobijeni istraživanjem izolacionih svojstava pasivnih sedišta omogućili su selekciju tri karakteristična parametra na osnovu identifikovanih tokova frekventnih karakteristika, i to, faktor nadvišenja amplitudno-frekventne karakteristike, odgovarajuću sopstvenu učestanost i propusni opseg. Ovi parametri su se pokazali kao prikladni za ocenu karakteristika sedišta sa aspekta filtrirajućih svojstava nepovoljnih oscilatornih efekata. I posebno, za kategorizaciju varijanti polu-aktivnih i aktivnih sistema oslanjanja sedišta, razmotrenih u ovom radu.

LITERATURA

- [1] Matthews, L. 1973. The measurement of tractor ride comfort. *SAE paper 730795*.
- [2] Dieckmann, D. 1957. Einfluss vertikaler mechanischer Schwingungen auf den Menschen. *Internationale Zeitschrift für angewandete Physiologie einschliesslich Arbeitsphysiologie, Heft 16*, 1957, s. 519 – 536. (Zitat in : Simić, D. 1970. Beitrag zur Optimierung der Schwingungseigenschaften des Fahrzeuges – Physiologische Grundlagen des Schwingungskomforts. Dissertation, D 83, von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischer Universität Berlin, 1970.)
- [3] Pieszczyński, W., Christ, E., Dupuis, H. 1973. Steuerfehler unter Schwingungseinfluss. *ATZ*, 75 (1973) 8, s. 281 – 283.
- [4] Roley, G., Burkhardt, H. 1975. Performance characteristics of CBA suspension models. Paper 75-1517, *ASAE*, 1975.
- [5] Scarlett, A., Price, J., Stayner, R. 2007. Whole – body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors. *Journal of Terramechanics*, 44 (1), pp. 65 – 73.
- [6] Radonjić, R., Dunkić, A. 1986. Definisiranje pobude vozila od neravnina puta. *Motorna vozila Motori*, br. 68/69, str. 153 – 166, Mašinski fakultet, Kragujevac.
- [7] Radonjić, R., Janković, A., Aleksandrović, B., Radonjić, D. 2012. Exciting vehicle's vibration from the road surface. *23rd National Conference & 4th International Conference NOISE and VIBRATION*, University of Niš, Faculty of Occupational Safety and "Politechnica" University of Timisoara, Faculty of Mechanical Engineering, Niš 17 – 19.10.2012, Proceedings, pp. 179 – 184.
- [8] ISO. ISO 2631-1. 1997. Mechanical vibration and shock – evaluation of human exposure to whole – body vibration, part 1 : general requirements, (cited in [5]).
- [9] ISO. ISO 5008. 2002. Agricultural wheeled tractors and field machinery – measurement of whole – body vibration of the operator, (cited in [5]).
- [10] Radonjić, R., Dunkić, A. 1992. Analiza rezultata istraživanja elastokinematskih karakteristika sistema elastičnog oslanjanja putničkih automobila. *Simpozijum MVM'92, Kragujevac. Zbornik radova*, str. 68 – 77.
- [11] Radonjić, R. 2006. Demands on driver modelling in vehicle handling investigation. *International Congress Motor Vehicles & Motors*, Mašinski fakultet Kragujevac. Proceedings, paper MVM 20060061, pp. 82-93.
- [12] Radonjić, R. 2008. Performanse oscilatorne udobnosti vozila sa različitim sistemima aktivnog oslanjanja. *XXI. konferencija sa međunarodnim učešćem, Buka i Vibracije*, Zbornik radova, Fakultet zaštite na radu, Niš, ID. 21- 6, str. 1-7, Tara, 7 – 9. 10. 2008.
- [13] Janković, A. 2008. *Dinamika automobila*. Mašinski fakultet, Kragujevac.

OPTIMIZATION OF TRACTOR SYSTEMS WITH RESPECT TO HUMAN FACTOR LOAD

**Rajko Radonjić, Aleksandra Janković, Dragoljub Radonjić,
Branislav Aleksandrović**

*University of Kragujevac, Faculty of Engineering Sciences, Kragujevac,
Republic of Serbia*

Abstract: The drivers of agricultural tractors are exposed to high levels of vibration loads. The possibilities to insulation of low frequency vibration of agricultural tractor by means of driver's seat conventional passive suspension systems are limited. By using active systems it is possible to protect the driver from dangerous vibration. In this paper the possibilities to application of tractor seat semi-active and full active suspension systems are analyzed. The analysis was conducted by means of wheeled tractor simulation model. The assessment criterion formed in this paper shown that the considerably improvement of tractor seat comfort can be obtained by using the active suspension systems.

Key words: tractor, seat, active suspension, comfort.

Datum prijema rukopisa: 19.11.2012.
Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 23.11.2012.
Datum prihvatanja rada: 25.11.2012.