Mr Miloljub Trifunović,
potpukovnik, dipl. inž.

Analiza uticaja specifične snage na dinamičke karakteristike lakih brzohodnih guseničnih vozila

Uvod

Specifična snaga predstavlja osnovni pokazatelj za većinu najosnovnijih karakteristika pokretljivosti. Analiza uticaja specifične snage na neke karakteristike pokretljivosti značajna je, kako zbog definisanja potreba za specifičnom snagom vozila, tako i zbog sagledavanja mogućih performansi. Laka brzohodna gusenična vozila (borbena vozila pešadije, oklopni transporteri) namenjeni su da prate borbeni poredak tenkova u svim vremenskim i terenskim uslovima. Ova vozila imaju znatno slabiju oklopnu zaštitu od tenkova. U njima se nalazi relativno veliki broj ljudi, a u toku izvođenja borbenih dejstava izložena su snažnoj neprijateljevoj vatri. Zbog toga je poželjno da imaju i nešto veću pokretljivost od tenkova. U skladu sa tim, od posebnog je interesa da se sprovede analiza uticaja specifične snage na neke karakteristike pokretljivosti ovih vozila.

U ovom radu je, kao prilog ranijim razmatranjima [1, 2, 3], razmatran uticaj specifične snage na dinamičke karakteristike, i to: maksimalnu brzinu kretanja, ubrzanje, vreme i put zaleta. Pri tome je upotrebljena eksperimentalno utvrđena zavisnost koeficijenta ukupnih otpora kotrljanju od brzine

kretanja, koji obuhvata gubitke snage u hodnom uređaju i gubitke usled kretanja po podlozi.

Analiza uticaja specifične snage na dinamičke karakteristike vozila

Analiza uticaja specifične snage na maksimalnu brzinu kretanja

Maksimalna brzina kretanja je jedna od veličina koja se često nalazi u literaturi kao važan parametar pokretljivosti. Ima slučajeva u praksi da se prikazivanje i ocena nivoa pokretljivosti vrši pomoću specifične snage i maksimalne brzine. Međutim, treba imati u vidu da maksimalna brzina ne može da bude osnovni pokazatelj za upoređenje pokretljivosti vozila, pre svega, zbog toga što proizvođači vozila koriste različite kriterijume za deklarisanje ovih brzina.

U ovom radu biće detaljno analiziran uticaj specifične snage na maksimalnu brzinu kretanja lakih brzohodnih guseničnih vozila, uzimanjem u obzir svih uticajnih parametara i gubitaka u pojedinim podsistemima koji su eksperimentalno utvrđeni za jedno lako brzohodno gusenično vozilo domaćeg porekla.

Kao što je poznato, u opštem slučaju kretanja guseničnih vozila postoje spoljni otpori:

- otpor kotrljanju;
- otpor savlađivanja uspona;
- otpor vazduha, i
- otpor ubrzanja.

Da bi se savladali spoljni otpori kretanja, na gusenicaama je potrebno ostvariti vučnu silu:

$$F_v = mg(f_0 \cos \alpha + \sin \alpha) + k \cdot A \cdot v^2 + m \cdot \delta \cdot \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

gde je:

- m — masa vozila [kg];
- α — ugao nagiba puta [$^\circ$];
- k — koeficijent otpora vazduha

$$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right];$$

- A — površina poprečnog preseka vozila [m^2];

- δ — koeficijent uticaja rotirajućih masa;

$$\frac{dv}{dt} \text{ — ubrzanje vozila } [\text{m/s}^2], \text{ i}$$

- f_0 — vrednost koeficijenta otpora kotrljanja.

Pod uslovom da se koristi maksimalna snaga motora ($P_{\max}$), na gusenicaama se može realizovati raspoloživa vučna sila:

$$F_v^r = \frac{P_{\max}}{v} \cdot \eta_h \cdot \eta_p \cdot \eta_g \quad (2)$$

$$\text{Usvajajući da je } W = \frac{P_{\max}}{m} \left[\frac{\text{kW}}{\text{t}} \right]$$

— specifična snaga vozila, te iz uslova da je $F_v = F_v^r$, odgovarajućim transformacijama dobija se:

$$\frac{W \cdot m \cdot \eta_h \cdot \eta_p \cdot \eta_g}{v} = m \cdot g(f_0 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + k \cdot A \cdot v^2 + m \cdot \delta \cdot \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

gde je:

- η_h — stepen korisnosti koji obuhvata potrebnu snagu za hlađenje motora,
- η_p — stepen korisnosti sistema za prenos snage, i
- η_g — stepen korisnosti hodnog uređaja.

Izraz (3) predstavlja jednačinu neravnomernog pravolinijskog kretanja guseničnog vozila, na osnovu kojeg se mogu dobiti odgovarajući izrazi za maksimalnu brzinu, ubrzanje, vreme i put zaleta.

Za slučaj ravnomernog kretanja po ravnoj podlozi ($\alpha = 0$ i $\frac{dv}{dt} = 0$), izraz (3)

može se napisati u obliku:

$$W = \left(f_0 \cdot v \cdot g + \frac{k \cdot A \cdot v^3}{m} \right) \cdot \frac{1}{\eta_h \cdot \eta_p \cdot \eta_g} \quad (4)$$

Izraz (4) daje potrebnu specifičnu snagu za ravnomerno kretanje brzohodnih guseničnih vozila u uslovima određenim koeficijentom otpora kotrljanja (f_0).

Detaljnijom analizom izraza (4) vide se uticajni parametri na potrebnu specifičnu snagu vozila pri njegovom ravnomernom pravolinijskom kretanju. Treba posebno istaći da današnja laka brzohodna gusenična vozila imaju savremeno rešene osnovne sisteme, tako da su razlike u pogledu gubitaka između pojedinih sistema, pre svega sistema za hlađenje i prenosa snage (i pored toga što predstavljaju sistemski različita rešenja), relativno mala, tako da se za razmatranja ovakvog karaktera mogu zanemariti [2].

Međutim, stepen korisnosti hodnog uređaja (η_g), koji u najvećoj meri zavisi od brzine kretanja, značajno utiče na potrebnu specifičnu snagu vozila. Pri kretanju guseničnog vozila maksimalnom brzinom, preko 50% snage motora

troši se na savlađivanje gubitaka u guseničnom kretaču [4].

U dostupnoj stranoj literaturi nema preporučljivih izraza za određivanje stepena korisnosti hodnog uređaja brzohodnih guseničnih vozila, jer se radi o vozilima za posebnu namenu. U [5] se za približan proračun vučno-dinamičkih karakteristika guseničnih vozila preporučuje empirijski izraz za stepen korisnosti η_g , gde je $\eta_g = 0,95 - 0,018 v$ (v — brzina kretanja u m/s), a u [6] preporučuje se stepen korisnosti $\eta_g = 0,95 - 0,0234 v$ (v je u m/s).

Na osnovu posebno izvršene analize zavisnosti maksimalne brzine kretanja od specifične snage prema izrazu (4), koja zbog obima nije prikazana u radu, dobijene su velike razlike potrebnih specifičnih snaga za ostvarivanje iste maksimalne brzine kretanja u različitim terenskim uslovima korišćenja prethodno navedenih izraza za stepen korisnosti η_g .

Imajući to u vidu, nameće se zaključak o neophodnosti sprovođenja odgovarajućih istraživanja radi određivanja zavisnosti stepena korisnosti hodnog uređaja od brzine kretanja brzohodnih guseničnih vozila. Ova istraživanja sigurno podrazumevaju veoma obimna i skupa laboratorijska i eksploatacijska ispitivanja koja nisu predmet ovog rada.

Međutim, radi sprovođenja tačnijih proračuna u fazi projektovanja vozila, na osnovu sprovedenih kraćih eksploatacionih ispitivanja vozila slične vrste i kategorije, može se uzeti u obzir uticaj stepena korisnosti hodnog uređaja i njegova zavisnost od brzine kretanja preko koeficijenata ukupnih otpora kotrljanja koji uzima u obzir potrebnu snagu za savladavanje otpora usled kretanja po podlozi i otpora u hodnom uređaju. U okviru ovih ispitivanja moguće je meriti samo ukupne gubitke, koji obuhvataju gubitke u hodnom uređaju i gubitke usled kretanja po podlozi, pa je s tim u vezi i napravljena ova analiza

za u kojoj se kao ulazni podatak koristi zavisnost koeficijenta ukupnih otpora kotrljanja od brzine kretanja.

Uzimajući u obzir sve što smo rekli o stepenu korisnosti hodnog uređaja i koeficijentu ukupnih otpora kotrljanja, za analizu uticaja specifične snage na maksimalnu brzinu kretanja, koja je sprovedena u ovom radu, upotrebljen je izraz za koeficijent ukupnih otpora kotrljanja,* koji je utvrđen ispitivanjem pomenutog vozila [7], čija je zavisnost od brzine kretanja definisana izrazom:

$$f = f_0 \cdot (1 + 0,07 v) \quad (5)$$

gde je v — brzina kretanja u [m/s].

U tom slučaju, za savlađivanje ukupnih otpora koji se javljaju pri kretanju guseničnog vozila, potrebna vučna sila na pogonskom točku može se izračunati prema izrazu:

$$F_{pt} = mg \cdot [f_0 \cdot (1 + 0,07 v) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha] + k \cdot A \cdot v^2 + m \cdot \delta \cdot \frac{dv}{dt} \quad (6)$$

Kretanje guseničnog vozila biće ostvareno pod uslovom da ova sila bude jednaka raspoloživoj vučnoj sili:

$$F_{pt} = \frac{P_{max}}{v} \cdot \eta_h \cdot \eta_p \quad (7)$$

U izrazu (7) nema stepena korisnosti η_g pošto je njegov uticaj uzet preko koeficijenta ukupnih otpora kotrljanja f .

Analognim postupkom, koji je prikazan pri izvođenju izraza (3) i (4), za slučaj ravnomernog kretanja po horizontalnoj i ravnoj podlozi, u ovom slučaju izraz (6) se odgovarajućim transformacijama može napisati u obliku:

$$W = \frac{1}{\eta_h \cdot \eta_p} \left(f_0 \cdot v \cdot g + 0,07 \cdot f_0 \cdot v^2 \cdot g + \frac{k \cdot A \cdot v^3}{m} \right) \quad (8)$$

* Isti izraz za koeficijent ukupnih otpora kotrljanja korišćen je i za analizu uticaja specifične snage na ubrzanje, vreme i put zaleta.

Pomoću izraza (8) i odgovarajućih izračunavanja za slučaj ravnomernog kretanja dobijena je zavisnost specifične snage, pri kretanju vozila po različitim terenima koji su definisani koeficijentom otpora kotrljanju, od brzine kretanja. Inverzijom koordinata dobijena je zavisnost maksimalne brzine kretanja vozila od njegove specifične snage (sl. 1). Na istoj slici, isprekidanim linijama, prikazana je zavisnost maksimalne brzine od specifične snage koja je dobijena korišćenjem izraza (4) u kojem su gubici u guseničnom kretaču obuhvaćeni stepenom korisnosti $\eta_g =$

vozila u zavisnosti od njihovih specifičnih snaga. Ostali ulazni podaci (stepen korisnosti η_h i η_n , odnos čeone površine i mase vozila i koeficijent otpora vazduha), koji su korišćeni za proračun zavisnosti maksimalne brzine od specifične snage pomoću izraza (4), dobijeni su na dva načina (isti ovi podaci biće korišćeni i kasnije za analizu uticaja specifične snage na ubrzanje, vreme i put zaleta):

- merenjem, i
- usvajanjem iz dostupne literature.

Sl. 1 Zavisnost maksimalne brzine od specifične snage

$= 0,95 - 0,0234 v$, a i radi sprovođenja analize uslova i kriterijuma koje koriste razni proizvođači ovih vozila za deklarisanje maksimalnih brzina određenog broja lakih brzohodnih guseničnih

Posebnim merenjem na vozilu utvrđen je:

- stepen korisnosti koji obuhvata potrebnu snagu za hlađenje na režimu maksimalne snage $\eta_h = 0,91$;

— stepen korisnosti sistema za prenos snage $\eta_n = 0,90$, i

— odnos između čeone površine i mase vozila $A/m = 0,00364$ [m^2/kg].

Koeficijent otpora vazduha se prema [5] kreće za gusenična vozila između 0,06 i 0,07. Pri usvajanju vrednosti ovog koeficijenta imalo se u vidu da ovaj koeficijent zavisi, pre svega, od oblika vozila. Činjenica je da ova kategorija vozila ima relativno povoljan aerodinamički oblik, ali sa dosta oštih ivica i sa puno uređaja, alata i opreme koji se postavljaju na njih, čime se narušava aerodinamičnost vozila. Takođe, zadnji ravan deo ovih vozila predstavlja izvor vrtloženja vazduha, što utiče na povećanje vrednosti ovog koeficijenta. Imajući to u vidu, usvojena je vrednost $k = 0,065$.

Ako se, prema podacima sa slike 1, uporede vozila približno iste specifične snage, zapaža se da im se maksimalne brzine značajno razlikuju. Tako, na primer, sovjetsko vozilo BMP-1 ima specifičnu snagu 15,1 kW/t i postiže maksimalnu brzinu 55 km/h* na terenu, čiji je $f_0 = 0,038$, dok švedsko vozilo PbV ima specifičnu snagu 15,2 kW/t i postiže maksimalnu brzinu 66 km/h na terenu čiji je $f_0 = 0,028$. To navodi na zaključak da ne postoji isti stav kod različitih proizvođača u pogledu kriterijuma i uslova pod kojima bi trebalo da se određuju maksimalne brzine i da se, zbog toga, dva vozila ne mogu jednostavno upoređivati samo na osnovu podatka o maksimalnoj brzini.

Osim toga, sa dijagrama koji je prikazan na slici 1 može se videti da se, na primer, za specifičnu snagu od 22 kW/t mogu očekivati sledeće maksimalne brzine kretanja lakih brzohodnih guseničnih vozila:

* Podaci o maksimalnim brzinama kretanja pojedinih vozila koji su prikazani na slici 1 predstavljaju vrednosti ovih brzina koje je deklarirao proizvođač.

— za $f_0 = 0,025^*$ — $v_{max} = 83,5$ km/h

— za $f_0 = 0,030$ — $v_{max} = 77$ km/h

— za $f_0 = 0,040$ — $v_{max} = 65,5$ km/h

— za $f_0 = 0,060$ — $v_{max} = 58,5$ km/h

— za $f_0 = 0,080$ — $v_{max} = 44$ km/h

Analiza uticaja specifične snage na ubrzanje, vreme i put zaleta

U prethodnom odeljku izvršena je analiza uticaja specifične snage na maksimalnu brzinu kretanja na vozila kod kojih se promena stepena prenosa vrši bez prekida toka snage i čiji motor radi na režimu maksimalne snage.

Ta analiza bila je pogodna, pre svega, zbog toga što maksimalna brzina kretanja predstavlja graničnu karakteristiku i definiše se za režim maksimalne snage motora.

Međutim, karakteristike zaleta (ubrzanje, vreme i put zaleta) predstavljaju funkcionalnu zavisnost ovih karakteristika od brzine kretanja i zbog toga se ta zavisnost može teško analitički obraditi za vozila koja imaju menjačke prenosnike sa stepenastom promenom stepena prenosa. Zbog toga je analiza uticaja specifične snage na ubrzanje, vreme i put zaleta, sprovedena u obliku proračuna ovih karakteristika za različite vrednosti ulaznih parametara za jedno konkretno lako brzohodno gusenično vozilo domaćeg porekla, kod kojeg se promena stepena prenosa vrši sa prekidom toka snage.

Sam proračun sproveden je korišćenjem odgovarajućeg programa za proračun vučno-dinamičkih karakteristika [10], koji uzima u obzir izmene u proračunu objašnjene u prethodnom odeljku. To znači da je u proračunu ovih karakteristika (ubrzanje, vreme i put zaleta) korišćena eksperimentalno utvr-

* Na osnovu podataka iz literature [8, 9] za ovu analizu usvojen je koeficijent otpora kotrljanju: za asfalt 0,025, za makadam 0,04, za suv zemljani put 0,06, i ledinu 0,08.

dena zavisnost koeficijenta ukupnih otpora kotrljanju od brzine kretanja (5), koja uzima u obzir potrebnu snagu za savlađivanje otpora usled kretanja po podlozi i otpora u hodnom uređaju.

Većina parametara koji su korišćeni kao ulazni podaci za proračun ovih karakteristika objašnjena je u prethodnom odeljku. Koeficijent uticaja rotirajućih masa ovog vozila određen je na osnovu izračunavanja momenata inercije

[10]. U radu će biti prikazani dijagrami samo za karakteristične uslove kretanja.

U zavisnosti od specifične snage i brzine kretanja vozila, na slici 2 prikazano je, radi preglednosti, ubrzanje vozila specifične snage 10 kW/t,* 18 kW/t i 30 kW/t po terenu $f_0=0,025$. Ubrzanje vozila ostalih specifičnih snaga nisu prikazana, jer bi se dobilo puno krivih i dijagram bi bio teško razumljiv. Pri brzini od 4 do 9 km/h maksimumi ubrza-

Sl. 2 Zavisnost ubrzanja od brzine kretanja vozila po asfaltu ($f_0=0,025$)

je svih rotirajućih masa sistema za prenos snage i hodnog uređaja i redukcije na pogonske točkove [2]:

$$\delta = 1,15 + 0,00228 \cdot i^2$$

gde je i — prenosni odnos u pojedinim stepenima prenosa.

Na osnovu navedenog programa, usvojenih vrednosti za specifične snage i vrste terena, urađena je detaljna analiza za: ubrzanje, vreme i put zaleta

nja vozila 6 nalaze se u intervalu 3,4—4,1 m/s². Ovo vozilo, ukoliko bi se kretalo brzinom 30 km/h, imalo bi maksimalno ubrzanje 1,6 m/s², a vozilo 1, pri istoj brzini, svega 0,3 m/s². Kada je ubrzanje jednako nuli dobija se maks-

* Da bi se u ovim razmatranjima izbegla česta ponavljanja vrednosti specifičnih snaga za svaki konkretan slučaj, u daljem tekstu biće obeležena vozila sa različitim specifičnim snagama brojem, 1 to: vozilo 1 — 10 kW/t, vozilo 2 — 14 kW/t, vozilo 3 — 18 kW/t, vozilo 4 — 22 kW/t, vozilo 5 — 25 kW/t i vozilo 6 — 30 kW/t.

Sl. 3 Zavisnost ubrzanja od brzine kretanja vozila po suvoj ledini ($f_0=0,08$)

malna brzina kretanja vozila, odnosno teorijska mogućnost da se ona postigne pri kretanju po veoma dugačkoj horizontalnoj i ravnoj stazi.

Dijagramski prikaz ubrzanja vozila pri kretanju na terenu sa $f_0=0,08$ dat je na slici 3. Može se videti da su ubrzanja pri istim brzinama kretanja znatno manja u odnosu na ubrzanje pri kretanju po asfaltu (sl. 2), a posebno pri višim brzinama kretanja. Uticaj specifične snage na ovom terenu je najuočljiviji pri kretanju vozila brzinom 22,5 km/h. Vozilo 1 pri kretanju po ovom terenu postiže navedenu brzinu i ne može je više povećavati, dok vozilo 3 pri toj brzini ima ubrzanje $0,75 \text{ m/s}^2$ i može da postigne maksimalnu brzinu 35 km/h, a vozilo 6 ima ubrzanje $1,5 \text{ m/s}^2$ i može, u slučaju potrebe, da postigne maksimalnu brzinu 47 km/h za relativno kratko vreme.

Na osnovu ovako izvršene analize uticaja specifične snage na ubrzanje

vozila može se reći da u određenim ratnim situacijama može biti od posebnog značaja da se vozilo što je moguće više ubrza radi svoje sopstvene zaštite, čime se povećava verovatnoća njegovog preživljavanja na bojnopolju.

Radi realnijeg sagledavanja uticaja specifične snage na karakteristike ubrzanja, a samim tim i na pokretljivost vozila, u radu je posvećena posebna pažnja prikazu i analizi zavisnosti vremena i puta zaleta od brzine kretanja za različite specifične snage i različite terenske uslove. Dijagrami koji pokazuju navedene zavisnosti izrađeni su korišćenjem prethodno navedenog programa.

U radu je posebno razmatrana početna faza pravolinijskog kretanja, pre svega, zbog sagledavanja uticaja specifične snage na karakteristike ubrzanja u tim uslovima. Kao osnova za poređenje usvojeno je potrebno vreme da vozila različitih specifičnih snaga pređu 100, odnosno 200 m.

Sl. 4 Zavisnost vremena i puta zaleta od brzine kretanja po asfaltu ($f_0 = 0.025$)

Sl. 5 Zavisnost vremena i puta zaleta od brzine kretanja po makadanu ($f_0 = 0.04$)

Na slici 4 prikazana je zavisnost vremena i puta zaleta od brzine pri kretanju vozila po terenu sa $f_0=0,025$. Pri kretanju vozila sa polaskom iz mesta, prvih 100 m vozilo 1 preći će za 15 s, 4 — 10,7 s, 5 — 10,00 s, a 6 — 9,5 s. Približno isti rezultati dobijaju se i pri kretanju vozila po terenu sa $f_0=0,04$ (sl. 5); vozilo 1 će prvih 100 m preći za 15,8 s, 4 — 11 i 6 — 10 s. Iz ovih primera se zaključuje da će pri kretanju po terenu sa $f=0,025$ prvih 100 m vozilo 6 preći u odnosu na vozilo 1 brže za 5,5 s, a vozilo 4 za 5,3 s. Na terenu $f_0=0,04$ te razlike iznose 5,8 s i 4,7 s, na osnovu čega se može reći da se ne dobijaju neke značajne razlike u vremenu zaleta za prvih pređenih 100 m i pri maksimalnom povećanju specifične snage. Pri kretanju vozila po terenu čiji je $f_0=0,06$ (sl. 6) prvih 100 m vozilo 1 pređe za 18 s, 4 — 12,2 s i 6 — 10,5 s, odnosno po terenu sa $f_0=0,08$ (sl. 7) navedeni put vozilo 1 pređe za 18,8 s, a 4 — 12,7 s i 6 — 10,8 s, čime se dobijaju značajne razlike.

Za $f_0=0,06$ razlika u vremenu zaleta između vozila 6 i vozila 1 iznosi 7,5

s, a između vozila 4 i 1 — 5,8 s. Na terenu sa $f_0=0,08$ te razlike iznose 8 s i 6,1 s. Pri analizi početne faze kretanja za pređenih prvih 100 m treba imati u vidu činjenicu da je značajan deo ove faze kretanja uslovljen maksimalnom silom prijanjanja.

Pri kretanju za prvih 200 m na terenu sa $f_0=0,025$ vozilu 1 je potrebno 24 s, 4 — 17,2 s, a 5 — 16 s (vozilo 6 je na pređenih 165 m postiglo maksimalnu brzinu), odnosno na $f_0=0,04$ vozilu 1 potrebno je 26,2 s, 4 — 18 s, a 6 — 16,0 s. Po terenu sa $f_0=0,08$ vozilu 1 je potrebno 37 s, 4 — 21,5 s, a 6 — 18,8 s. Iz ovih primera se vidi da će vozilo 4 preći na terenu sa $f_0=0,025$ prvih 200 m brže za 6,8 s u odnosu na vozilo 1, odnosno na terenu sa $f_0=0,04$ vozilo 6 će preći navedeni put brže za 10,2 s, a vozilo 4 za 8,2 s, dok na $f_0=0,08$ ova vozila će preći 200 m brže za 18,2 s i 15,5 s u odnosu na vozilo 1. Na osnovu toga može se zaključiti da pri kretanju vozila za narednih 100 m povećanje specifične snage značajno utiče na vreme zaleta vozila. Osim toga, vozilu 1 potrebno je 13 s više vremena da pređe prvih 200

Sl. 6 Zavisnost vremena i puta zaleta od brzine kretanja po suvom zemljanom putu ($f_0=0,06$)

Sl. 7 Zavisnost vremena i puta zaleta od brzine kretanja po ledini ($f_0=0,08$)

m na terenu sa $f_0=0,08$ u odnosu na teren sa $f_0=0,025$, a vozilu 4 za iste uslove kretanja svega 4,3 s. To upućuje na zaključak da je uticaj specifične snage na vreme zaleta, a samim tim i na poboljšanje dinamičkih karakteristika izraženiji na terenima sa višim vrednostima koeficijenta otpora kotrljanju. To

je veoma značajno, jer se brzohodna gusenična vozila uglavnom kreću po bespuću.

Veoma je uočljiv uticaj specifične snage i koeficijenta otpora kotrljanju na karakteristike pokretljivosti, ako se uporede vreme i put pri zaletu vozila do 50 km/h. U tom smislu je u tabeli 1, na

Tabela 1

Tablični koeficij. otpora kotrljanju	Vozilo br.:									
	2		3		4		5		6	
	vreme [s]	put [m]	vreme [s]	put [m]	vreme [s]	put [m]	vreme [s]	put [m]	vreme [s]	put [m]
$f_0=0,025$	23	226	14,8	140	11,0	102	8,8	80	7,2	65
$f_0=0,030$	28,1	290	16,2	14,5	11,8	106	9,0	84	7,5	68
$f_0=0,040$	—	—	24	250	14,1	140	10,4	100	8,4	80
$f_0=0,060$	—	—	—	—	—	—	18,2	200	11,6	120
Duže vreme i put zaleta u odnosu na kretanje po terenu sa $f_0=0,025$	5,1	64	9,2	110	3,1	38	9,4	120	4,4	55

osnovu prethodnih dijagrama, kao i onih koji zbog obima nisu prikazani, dat tabelarni pregled vremena i puta zaleta vozila različitih specifičnih snaga do 50 km/h.

Na osnovu podataka iz tabele 1 zaključuje se da vozilo 5 brzinu od 50 km/h postigne na terenu $f_0=0,025$ brže za 9,4 s i pri tome pređe manji put za 120 m u odnosu na isto vozilo kada bi se kretalo po terenu $f_0=0,06$. Za iste uslove kretanja, vozilo 6 postigne navedenu brzinu brže za 4,4 s i pređe manji put za 55 m.

Na osnovu prethodno izvršenih analiza može se zaključiti da povećanje specifične snage značajno utiče na poboljšanje karakteristika pokretljivosti i da je u tom smislu opravdana primena velikih specifičnih snaga. Pri tome treba imati u vidu da je nekoliko najsavremenijih lakih brzohodnih guseničnih vozila već realizovano sa specifičnom snagom približno 20 kW/t (vozila sa najvećim snagama su englesko vozilo MCV 80. koje ima 19,3 kW/t a argentinski VCI — 19,6 kW/t), što su do danas najveće realizovane specifične snage i značajnije pomeranje te granice biće uslovljeno primenom novih tehničkih i tehnoloških rešenja osnovnih podsistema vozila.

Zaključak

U radu su analizirane dinamičke karakteristike lakih brzohodnih guseničnih vozila u zavisnosti od specifične snage, korišćenjem eksperimentalno utvrđenog koeficijenta ukupnih otpora kotrljanja od brzine kretanja, koji uzima u obzir potrebnu snagu za savlađivanje otpora usled kretanja po podlozi i otpora u hodnom uređaju.

Dobijeni rezultati pokazuju uočljive razlike dinamičkih karakteristika vozila različitih specifičnih snaga.

Na osnovu izvršenih analiza može se zaključiti da povećanje specifične snage značajno utiče na poboljšanje dinamičkih karakteristika, a samim tim i na pokretljivost vozila u celini, i da je u tom smislu opravdana primena velikih specifičnih snaga.

Uticaj povećanja specifične snage na poboljšanje dinamičkih karakteristika izraženiji je na terenima sa višim vrednostima koeficijenta otpora kotrljanju. To je vrlo značajno, jer se brzohodna gusenična vozila uglavnom kreću po bespuću.

Literatura:

- [1] Dragojević, M.: »Pokretljivost kao osnovni faktor daljeg razvoja guseničnih vozila — analiza specifične snage«, — Naučno-tehnički pregled XXIX, 1979, br. 3.
- [2] Dragojević, M.: »O pokretljivosti i perspektivama razvoja borbenih vozila pešadije«, Naučno-tehnički pregled, XXXIII, 1983, br. 6.
- [3] Ilijevski, Z.: »Uticaj specifične snage na brzine guseničnih vozila pri pravolinijskom kretanju i zaokretu«, Naučno-tehnički pregled, XXXIII, 1983, br. 4.
- [4] Platonov, F.: »Gusenične transporteri — tegljači«, Moskva, Mašinstroenie, 1978.
- [5] Zabavnikov, N.: »Osnovy teorii transportnyh guseničnyh mašin«, Moskva, Mašinstroenie, 1968.

- [6] Dragojević, M.: »Pokretljivost oklopnih guseničnih vozila«, Naučno-tehnički pregled, XXVI, 1976, br. 4.
- [7] Duboka, Č.: »Uticaj na kočenje ukupnih otpora kretanju guseničnih vozila«, Saopštenje, Nauka i motorna vozila 81, Kragujevac, 1981.
- [8] Nikitin, A.: »Teorija tanka«, Moskva, Vojna akademija, 1962.
- [9] Kovačić, B.: »Teorija vuče«, Tehnički školski centar JNA, 1970.
- [10] Trifunović, M.: »Istraživanje uticaja specifične snage na neke karakteristike pokretljivosti lakih brzohodnih guseničnih vozila«, Magistarski rad, Beograd 1985.