

***Univerzitet u Beogradu
Mašinski fakultet***



***Predmet: POGONSKI I HODNI SISTEMI
Tema: Proračunski režimi***



Opšti deo

Proračun režima opterećenja prenosnika snage zavisi od njihovih režima opterećenja, a oni mogu biti veoma različiti od vozila do vozila.

Režim opterećenja sistema za prenos snage vozila karakteriše se veoma čestim, najčešće slučajnim promenama momenta i broja obrtaja ili ugaone brzine.

Problematika promena pri korišćenju u sklopovima je još složenija, jer se elementi menjača ne koriste stalno u toku vremena.



Opšti deo

Srednji procenat iskorišćenja momenta motora, a time i veličina opterećenja u sistemu prenosa snage kreće se u granicama od 5÷10% pa do 90÷100% od vrednosti maksimalnog momenta motora M_{emax} u zavisnosti od stanja puta, specifične snage P_{max}/m i brzine V u eksploataciji i uslova eksploatacije vozila.

S obzirom da pri projektovanju sklopova sistema za prenos snage nije moguće unapred utvrditi režime opterećenja, moraju se uporediti, tj. usvojiti tzv. PRORAČUNSKI REŽIMI posebno za transportna, a posebno za radna vozila.



Transportna vozila

Prvi proračunski režim

Određivanje merodavnog momenta za proračun (M) prema ovom režimu se vrši prema maksimalnom efektivnom momentu motora ($M_{e_{max}}$):

$$M = M_{e_{max}} \cdot i$$

gde je:

M – proračunski moment na elementu (vratilu) sistema za prenos snage;

i – prenosni odnos od motora do elementa sistema za prenos snage



Transportna vozila

Proračun po ovom režimu daje tzv. “uslovna” naprezanja. Ona su manja od onih koja se javljaju pri vršnom opterećenju, ali su veća od naprezanja koja se dobijaju pri najčešćim eksploatacionim opterećenjima.

Ovaj proračunski režim se koristi pri uporednim proračunima.



Transportna vozila

Drugi proračunski režim

Proračun prema ovom režimu se vrši prema maksimalnom prijanjanju pogonskih točkova na čvrstom tlu (asfalt ili beton) :

Za poluvratila:

$$M_{\varphi} = \frac{Z_i}{2} \cdot \varphi_{max} \cdot r_d \cdot \frac{1}{i_{br}}$$

Za zglobno vratilo:

$$M_{\varphi} = Z_i \cdot \varphi_{max} \cdot r_d \cdot \frac{1}{i_0} \cdot \frac{1}{i_{br}}$$



Transportna vozila

Oznake u prethodnim izrazima:

M_φ (Nm) – moment prijanjanja

Z_i (N) – statička reakcija po pogonskom točku

φ_{max} – maksimalna vrednost koeficijenta prijanjanja ($\varphi_{max} = 0.7 \div 0.9$)

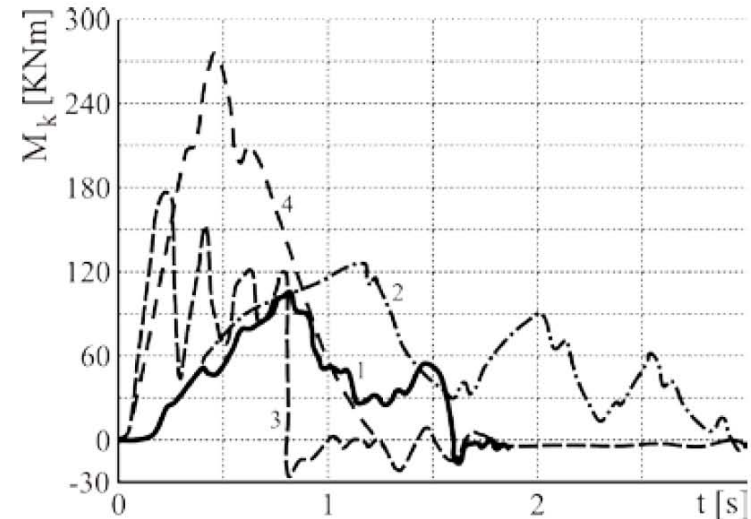
r_d (m) – dinamički poluprečnik točka

i_0 – prenosni odnos u glavnom prenosniku

i_{br} – prenosni odnos u bočnom reduktoru



Transportna vozila



Krive promene obrtnog momenta na kardanskom vratilu vozila GAZ-51 pri polasku iz mesta u različitim uslovima:

- 1 – u normalnim uslovima podloge;**
- 2 – u težim uslovima podloge;**
- 3 – pri naglom uključivanju spojnice;**
- 4 – sa dodatnim uticajem kinetičke energije zamajca (polazak sa naglim uključivanjem spojnice)**



Transportna vozila

Ovi momenti prijanjanja su veći od najčešćih vrednosti momenta pri eksploataciji.

Ovaj proračunski režim je za prenosnike snage motornih vozila sa više pogonskih mostova, a posebno za one koji nemaju međuosni diferencijal, ili ga pak imaju ali se on može blokirati.

Osim toga se koristi i za proračun celog prenosnika snage kod motornih vozila visoke specifične snage ($F_o > X$ - sportska vozila, proklizavanje u mestu).

Koristi se i za proračun sistema za prenos snage kod vozila kod kojih se u sistem za prenos snage ugrađuju kočnice.



Transportna vozila

Treći proračunski režim

Ovaj proračun se vrši na osnovu maksimalnog dinamičkog opterećenja koje se javlja pri kretanju vozila.

Uticajni faktori na dinamičko opterećenje prenosnika snage su:

- a) brzina uključivanja glavne spojnice;*
- b) tip i konstrukcione karakteristike spojnice;*
- c) vrsta i reljef puta kao i stanje podloge na putu;*
- d) konstrukcijske karakteristike motornih vozila (ukupan prenosni odnos, torziona krutost prenosnika snage, promena mase motornog i priključnog vozila, moment inercije obrtnih masa, itd.);*
- e) tačnost izrade, krutost oslonca (kućišta) i vratila (kroz sliku nošenja), toplotno opterećenje (zbog smanjenja viskoznosti), itd.*



Transportna vozila

Izračunavanje dinamičkog momenta može da se vrši prema koeficijentu dinamičkog opterećenja (k_d):

$$k_d = \frac{M_{max}}{M_{emax}}$$

gde je:

M_{max} (Nm) – vršni obrtni moment

Veće vrednosti k_d ostvaruju se pri manjim prenosnim odnosima u menjaču (viši stepeni prenosa).

Preporučene vrednosti za k_d su:

$k_d = 1.2$ (ako su u prenosnik snage ugrađeni elastični elementi),

$k_d = 1.5 \div 2.5$ (za prenosnike snage veće torzione krutosti)



Transportna vozila

Uobičajeno je da se vrednost k_d određuje i empirijski. U tom slučaju se preporučuje sledeći izraz:

$$k_d = \beta \cdot \frac{i + 8}{i}$$

Gde je:

β – koeficijent nošenja spojnice;

i – Ukupan prenosni odnos



Transportna vozila

Važne napomene:

- ***Veće vrednosti k_d ostvaruju se pri manjim prenosnim odnosima u menjaču;***
- ***Kočenje bez isključene spojnice blisko je uslovima brzog uključanja spojnice;***
- ***Neravnine na putu utiču na povećanje opterećenja u prenosnicima snage, ali manje od brzine uključanja spojnice;***
- ***Vrednost momenta pri brzom uključanju spojnice održana je inercionim momentom koji je proporcionalan krutosti prenosnika na uvijanje i uglu uvijanja;***
- ***Smanjenjem krutosti prenosnika snage smanjuje se i inercioni moment; Primena elastičnih elemenata (najčešće gumenih) sa uglom uvijanja 15 do 30° smanjuje dinamička opterećenja za 20 do 30%;***
- ***Dinamička opterećenja u prenosnicima snage sa hidrodinamičkom komponentom znatno su manja.***



Transportna vozila

Četvrti proračunski režim

Ovaj proračun se vrši na osnovu stvarnih eksploatacionih opterećenja (vek – prema zamoru materijala). Osnovu čine statistički podaci o režimima opterećenja koji se dobijaju najčešće ispitivanjem vozila u uslovima eksploatacije.

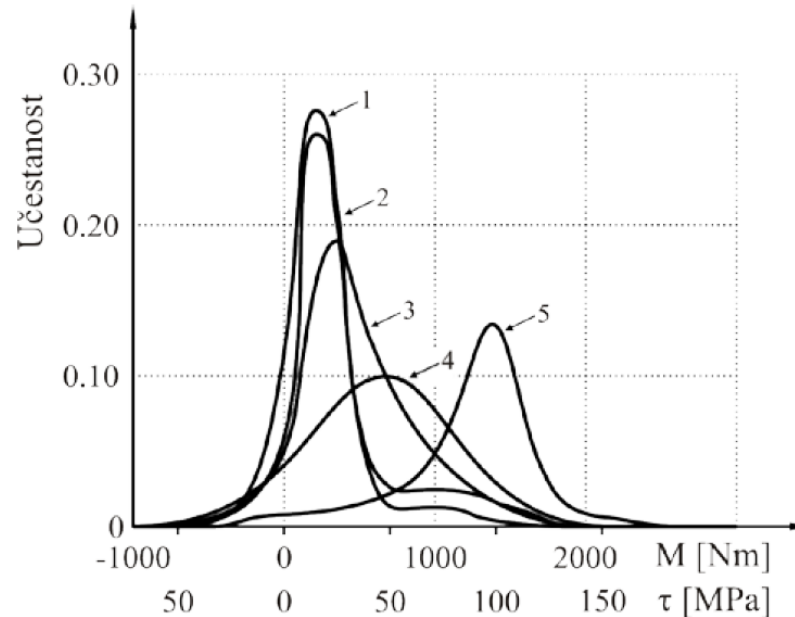
Proračunski vek za:

- teretne automobile i autobuse: 3000 h (150000 km);*
- putnička vozila: 2000 h (150000 km).*

Ovi podaci se odnose na 95% verovatnoće da će element izdržati (preživeti). Srednji vek (za 50% verovatnoće) je 2,5 puta veći.



Transportna vozila



Raspodela obrtnog momenta i napona uvijanja na poluvratilu 2.5-tonskog vozila:

- 1 - putevi sa tvrdim pokrivačem;**
- 2 - magistralni putevi;**
- 3 - zemljani putevi zadovoljavajućeg stanja;**
- 4 - oranica;**
- 5 - mokra livada**



Transportna vozila

Procentualno učešće pojedinih stepeni prenosa u realnoj eksploataciji



Radna vozila

Prvi proračunski režim

Ovaj proračunski režim isti je kao kod transportnih vozila

Drugi proračunski režim

Ovaj proračunski režim isti je kao kod transportnih vozila, osim što se vrednost koeficijenta prijanjanja uzima:

- ***Za traktore točkaše: $\varphi = 0.8$;***
- ***Za traktore guseničare: $\varphi = 1.2$.***

Pri proračunu guseničnih vozila treba voditi računa da pri zakretanju gusenice sva snaga može da se prenese preko jedne gusenice (polovine pogonskog mosta).

Takođe, treba voditi računa da se elementi sistema vratila za odvod snage računaju na osnovu M_{emax} .



Radna vozila

Treći proračunski režim

Ovaj proračunski režim koristi analogan prilaz kao kod transportnih vozila, uz uključivanje specifičnosti eksploatacije:

- *“unutrašnja” pobuda (cikličnost rada motora, zupčaste veze, sprega pogonskog mosta sa gusenicom, uticaj članaka gusenice, ...);*
- *“spoljašnja” pobuda (promenljiv otpor na priključnoj radnoj mašini).*

Četvrti proračunski režim

Ovaj proračunski režim koristi analogan prilaz kao kod transportnih vozila, mada se u realnim proračunima malo koristi.