

ANALIZA VRSTA I LOKACIJA VEZA I NEKIH KONSTRUKTIVNIH ZAHTEVA PRI UGRADNJI RAZLIČITIH TIPOVA NADGRADNJI NA TRANSPORTNA VOZILA

Majkić Đ. Zoran, Vukčević S. Novak, Vojska Srbije,
Uprava za planiranje i razvoj (J-5) GŠ,
Tehnički opitni centar, Beograd

UDK: 629.314.4.041

Sažetak:

U radu su prikazani osnovni zahtevi koji se postavljaju pred transportna vozila, ukazano je na poseban zahtev korisnika u pogledu adaptacije transportnih vozila za prevoz različitih vrsta tereta. Analiziran je pojam nadgradnje i stanja koja nastaju postavljanjem nadgradnji na osnovu transportnih vozila točkaša. Opisane su: konzolne veze, uzengije, jednosmerno elastične veze, dvosmerno elastične i krute veze. Torziona elastičnost vozila obezbeđuje se pravilnim izborom tipa veze nadgradnje i osnove vozila. Primenom smernica proizvođača vozila za upotrebu odgovarajuće veze nadgradnje i podvoska vozila obezbeđuje se pozitivna torziona elastičnost vozila. Prikazane su opšte preporuke proizvođača transportnih vozila Volvo, Mercedes i Reno za upotrebu određene vrste i lokacije veze kao i neki konstrukcioni zahtevi pri ugradnji mešalica betona, kipera i cisterni na njihova vozila.

Ključne reči: zahtev, nadgradnja, tip, veza, torzija, elastičnost, smernica, proizvođač, lokacija, konstrukcija.

Uvod

Jedna od definicija za opis vozila i njegove namene je:

Motorno vozilo je složen mehanički sistem koji se pomoću sopstvenog motorskog pogona kreće po tlu, izuzimajući kretanje po šinama, i služi za prevoz putnika, robe i ostalog tereta, za vuču drugih vozila, teza obavljanje radova u toku samog kretanja ili u toku povremenog zaustavljanja [1].

U vozila spadaju i motorna vozila i vozila koja nemaju svoj sopstveni pogon tj. priključna vozila. Motorna vozila moraju da ispunjavaju norme definisane zakonom o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima i

da konstrukcijom odgovaraju zahtevima korisnika. Najčešći zahtevi koje korisnik postavlja pred vozilo su:

1. što veća ekonomičnost transporta;
2. mogućnost relativno jednostavne adaptacije vozila za prevoz drugih vrsta tereta u zavisnosti od trenutnih potreba.

Ostvarenje što veće ekonomičnosti transporta zavisi od više faktora. Jedan od najbitnijih je mogućnost povećanja udela mase korisnog tereta u ukupnoj masi vozila. Koliki će biti taj udeo zavisi od sopstvene mase vozila, načina povezivanja tovarnog prostora sa osnovnim ramom vozila, te od konstrukcije tovarnog prostora. Ostvarenje ovog zahteva, posebno za velike poslovne sisteme, kao posledicu ima smanjenje potrebnog broja vozila, uštede u održavanju voznog parka i povećanju kapaciteta voznog parka. Takođe, bitna je i mogućnost relativno lake adaptacije vozila za prevoz drugih tereta kojom korisnik želi da promeni namenu vozila u zavisnosti od trenutnih potreba. Adaptacija će biti ispravno urađena ako se pri povezivanju tovarnog prostora sa osnovnim ramom poštuju preporuke proizvođača vezane za nadgradnju. Predmet ovog rada je analiza vrsta veza u odnosu na primenjenu nadgradnju.

Vrste nadgradnji

Svako transportno vozilo se sastoji od nadgradnje i podvoska. Nadgradnja se sastoji iz dva potpuno odvojena dela:

1. kabine za smeštaj vozača, suvozača i ponekad poslužioca i
2. tovarnog prostora za smeštaj tereta.

Nadgradnja je po pravilu torziono kruća struktura od šasije vozila, pa njenim postavljanjem na osnovni ram vozila povećava torziona krutost celog sistema. Da bi se zadržala torziona elastičnost vozila, zbog njene pozitivne osobine na naprezanje, potrebno je upotrebiti određenu vrstu veza za nadgradnje. S obzirom na torzionu krutost, nadgradnje se dele u sledeće tri grupe:

1. torziono elastične;
2. torziono polukrute;
3. torziono krute.

Torziono elastične nadgradnje

Ova vrsta nadgradnje kada se ugradi na šasiju ne utiče bitno na torzionu krutost celokupnog vozila. Elastične deformacije vozila i šasije u potpunosti se prenose na elastičnu nadgradnju, koja se deformiše zajedno sa osnovnim vozilom. U ove tipove nadgradnji spadaju: betonske mešalice, kiperi i sandučari. Ove nadgradnje, zbog svoje elastičnosti, u potpunosti prenose deformacije sa šasije, pa se u okviru njih javljaju mali naponi. Iz tih razloga ova vrsta nadgradnji ne primenjuje se na vozilima kod kojih je kritična sigurnost tereta.

Torziono polukrute nadgradnje

Ovaj tip nadgradnji predstavlja prelaznu verziju između elastičnih i krutih nadgradnji. Polukrute nadgradnje amortizuju deo deformacija vozila. Ovakav tip nadgradnji predstavlja dobar spoj preostala dva tipa nadgradnji.

Torziono krute nadgradnje

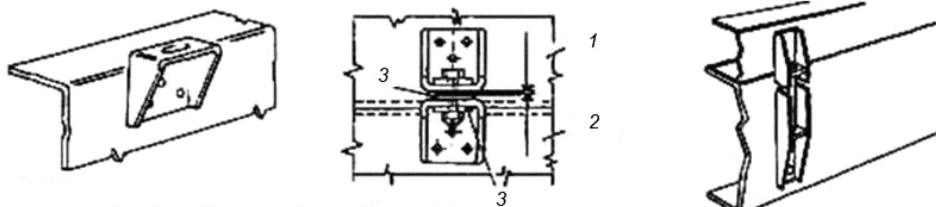
Ovaj tip nadgradnje poseduje veliku torzionu krutost i kada se veže na vozilo znatno povećava torzionu krutost postojeće šasije i posmatranog vozila u celini. Negativna strana toga je da se usled sprečenih deformacija u šasiji i nadgradnji javljaju veliki naponi, koji dodatno opterećuju vozilo i samu nadgradnju. U ove vrste nadgradnje spadaju: cisterne za prevoz tečnih tereta, praškastih tereta, raznih tečnih otpada...

Veze šasije i nadgradnje

Da bi se zadržala torziona elastičnost vozila, zbog njene pozitivne osobine na naprezanje, upotrebljava se određena vrsta veza za različite tipove nadgradnji.

Konzolna veza

Konzolna veza omogućava podužna pomeranja, a onemogućava bočna ili vertikalna pomeranja montažnog rama u odnosu na osnovni ram vozila. Primanje bočnih sila ostvaruje se prepuštanjem gornjeg ugaonika – šape preko osnovnog rama ili prepuštanjem donjeg ugaonika – šape preko montažnog rama, pri čemu ove sile primaju ugaonici – šape samo sa leve ili samo sa desne strane vozila. Primanje vertikalnih sila usled vertikalnih ubrzanja vozila ostvaruje se preko vijaka sa obe strane vozila. Konzolne veze postavljaju se na prednjem delu montažnog rama u zonama visokih momenata savijanja. Na slici 1. dat je primer ovakvog rešenja.



1. Montažni ram; 2. Osnovni ram; 3. Podloška

Slika 1.a

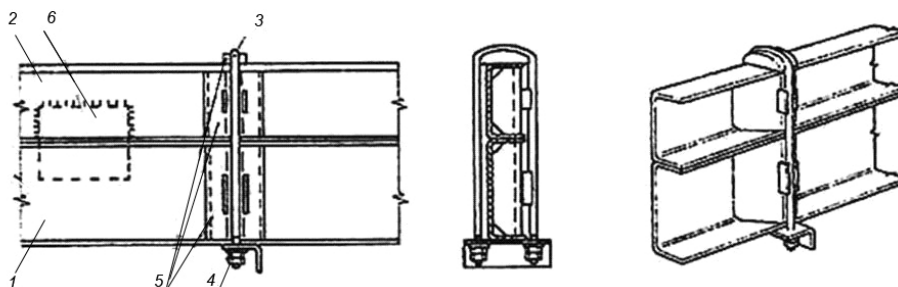
Slika 1.b

Slika 1 – Primer konzolne veze osnovnog i montažnog rama

Na donjoj šapi konzolne veze uočava se urezani podužni kanal. Ovaj kanal omogućava telu zavrtnja nesmetano pomeranje napred–nazad i na taj način ostvaruje se podužno pomeranje montažnog rama u odnosu na osnovni ram. Šapa koja je prepuštena iznad gornjeg segmenta osnovnog rama prihvata bočne sile. Na slici 1. c prikazano je jedno od rešenja konzolne veze proizvođača „Volvo“ [2]. Na slici se uočava jedan zavrtnj čije je telo veoma dugačko, što ima za posledicu relativno malu krutost savijanja. Ovakva krutost savijanja dozvoljava podužno, relativno pomeranje montažnog rama u odnosu na osnovni ram bez većih otpora. Tipična dužina vijka je 160 mm. Sprečavanje bočnih pomeranja postiže se tako što se gornji ugaonik prepušta preko osnovnog rama i to za oko 20 do 22 mm.

Uzengije

Uzengije omogućavaju podužna pomeranja montažnog rama u odnosu na osnovni ram, ali one nisu u stanju da prime bočne sile, pa se dodatno montiraju vodeće ploče koje vrše tu ulogu. Problem presavijanja segmenta montažnog i osnovnog rama otklanja se postavljanjem dodatnih ukrućenja. Prednost ovakve vrste veza je u tome što se za njeno izvođenje, u većini slučajeva, nije potrebno pravljenje otvora, kao i pojava koncentracija napona. Uzengije prenose samo vertikalne sile i podužne momente koji nastaju pri korišćenju vozila. Položaj ove vrste veze je na prednjem delu osnovnog rama. Na slici 2. dat je primer ovakve vrste veze.

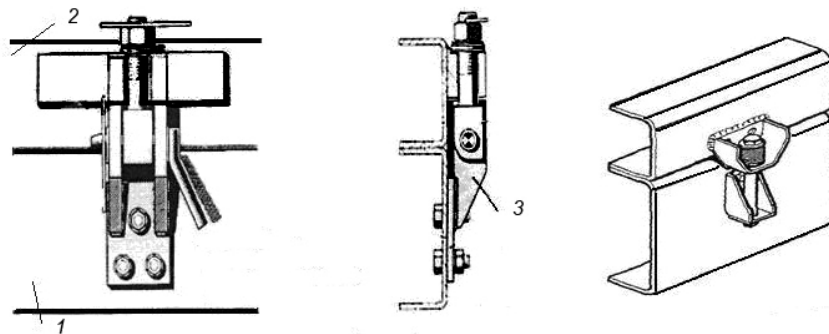


1. Osnovni ram; 2. Montažni ram; 3. Uzengija; 4. Zavrtnj; 5. Podloška; 6. Ploča

Slika 2 – Primer veze montažnog rama i rama pomoću uzengije

Jednosmerno elastična veza

Jednosmerno elastične veze omogućavaju vertikalna pomeranja ramova usled dejstva podužnih momenata uvijanja i podužno pomeranje montažnog rama usled dejstva podužnih sila i momenata savijanja rama. One mogu biti izvedene sa gumenim podmetačem (slika 3. a) ili sa cilindrično zavojnom oprugom kao elastičnim elementima (slika 3. b) koji omogućavaju vertikalna pomeranja ramova.



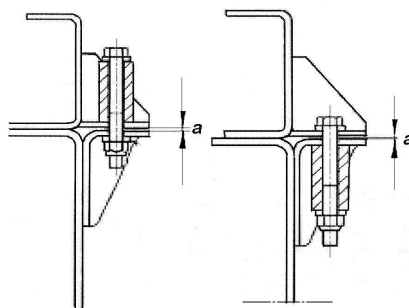
1. Osnovni ram; 2. Montažni ram; 3. Jednosmerno elastični oslonac

Slika 3.a

Slika 3.b

Slika 3 – Primer veze rama i montažnog rama pomoću jednosmerno elastične veze

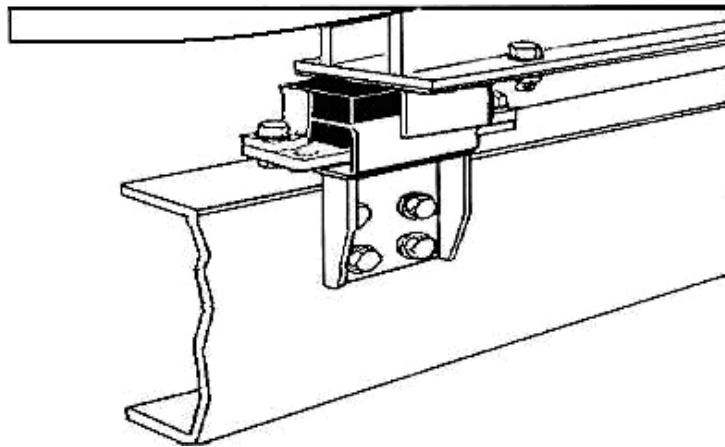
Elastični elementi podvrgavaju se prednaprezanju na pritisak, s ciljem da se onemogući odvajanje montažnog rama od osnovnog pri vertikalnim ubrzanjima tereta. Jednosmerno – elastične veze se u većini slučajeva postavljaju na prednjem delu vozila u zonama visokih momenata savijanja. Na slici 4. dat je primer jednosmerno elastične veze proizvođača „Reno“.



Slika 4 – Primer jednosmerno elastične veze proizvođača „Reno“

Dvosmerno elastične veze

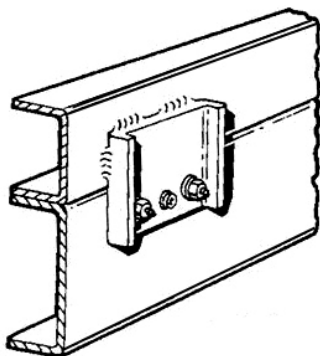
Ova vrsta veza koristi se pri povezivanju cisterni sa osnovnim ramom vozila. Veza nosi bočne i podužne sile, dok omogućava vertikalna pomeranja osnovnog rama u odnosu na cisternu, pri uvijanju i pri izdizanju samog vozila. Na ovim vezama cisterna „pliva“, a sva opterećenja od tla i težine nosi samo osnovni ram. Na slici 5. dat je primer dvosmerno elastične veze proizvođača „Volvo“.



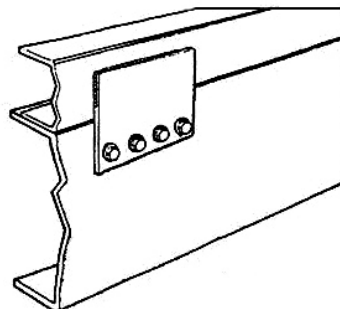
Slika 5 – Primer dvosmerno elastične veze cisterne i osnovnog rama proizvođača „Volvo“

Kruta veza (vezne ploče, limovi)

Ova vrsta veza kruto povezuje osnovni i montažni ram, te se oni ponašaju kao jedan. Vezne ploče prenose podužne, bočne i vertikalne sile, postavljaju se nešto ispred prednjeg oslonca zadnjeg oslanjanja pa do kraja osnovnog (montažnog – pomoćnog) rama vozila. Gornji kraj ploče zavaruje se za montažni ram, dok se donji kraj ploče veže pomoću vijaka za osnovni ram. Ovi vijci spadaju u podešenu grupu navojnih spojeva, što se radi s ciljem bolje preraspodele opterećenja između samih vijaka. Međutim ovde se javljaju problemi tehnološke prirode i oni se ogledaju u povećanim zahtevima u pogledu tačnosti pri izradi otvora vijaka. Na slici 6. dat je izgled ovakve veze. Na slici 6. a prikazano je rešenje proizvođača „Mercedes“, a na slici 6. b prikazano je rešenje proizvođača „Volvo“ [3], [4].



Slika 6.a



Slika 6.b


Slika 6 – Primer krute veze rama i pomoćnog rama

Smernice za primenu određene vrste nadgradnje

Nadgradnja ne sme ograničiti pomeranje šasije pa je zato važno da se pravilno izabere vrsta veze šasije i nadgradnje. Uvijanje šasije je najveće u predelu iza vozačeve kabine i trebalo bi da opada što se više bližimo zadnjem kraju vozila. U slučaju postavljanja kruće nadgradnje na osnovni ram i krutog vezivanja za isti, uvijanje osnovnog rama neće biti postepeno već naglo i ograničeno na malu oblast u kojoj će postojati i veliki naponi uvijanja. Osnovno pravilo u vezi sa krutošću nadgradnji glasi: *Što je kruća nadgradnja veza mora da bude što elastičnija*. U slučaju nadgradnje mešalice i kiperi koji su torziona elastične nadgradnje, na prednjem delu se koriste konzolne veze, a na zadnjem delu postavljaju se vezne ploče. Kompletan opis veza koje se koriste u zavisnosti od torziona krutosti dat je u tabeli 1.

Tabela 1

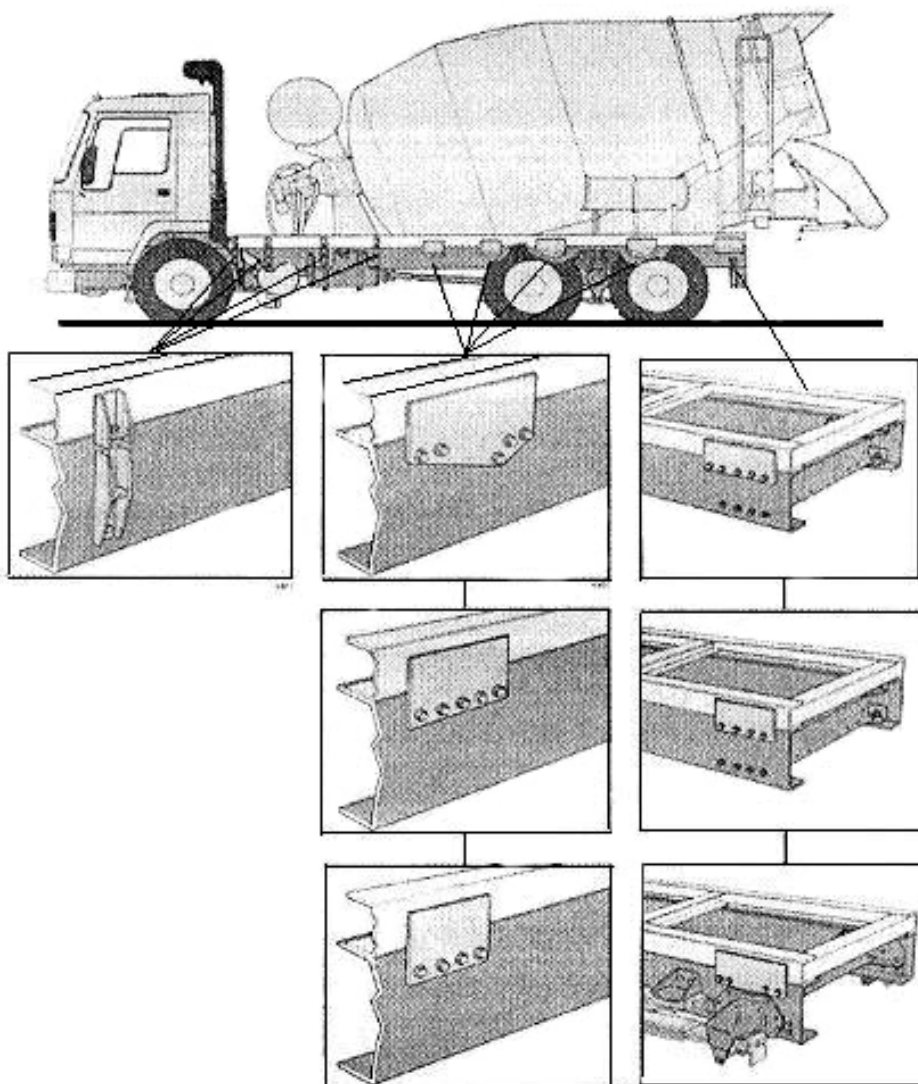
Opis veza koje se koriste u zavisnosti od torziona krutosti

	PREDNJI DEO VOZILA	ZADNJI DEO VOZILA	VRSTA TRANSPORTNOG VOZILA
	Konzolno	Vezna ploča	KIPERI MEŠALICA BETONA SANDUČAR
	Konzolno	Vezna ploča	PUMPE ZA BETON PLATFORME ZA PREVOZ DRVETA
	Jednosmerno elastična veza	Vezna ploča	FURGONI
	Dvosmerno elastične veze	Dvosmerno elastične veze	CISTERNE ZA: TEČNOST PRAŠKASTI OTPAD

Preporuke proizvođača za određenu vrstu nadgradnje

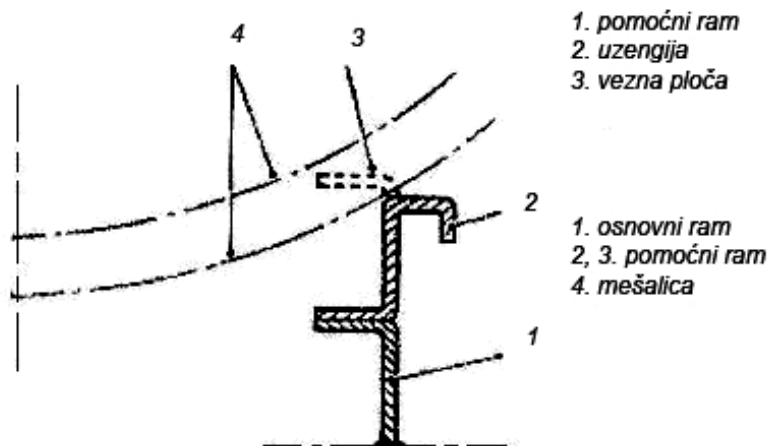
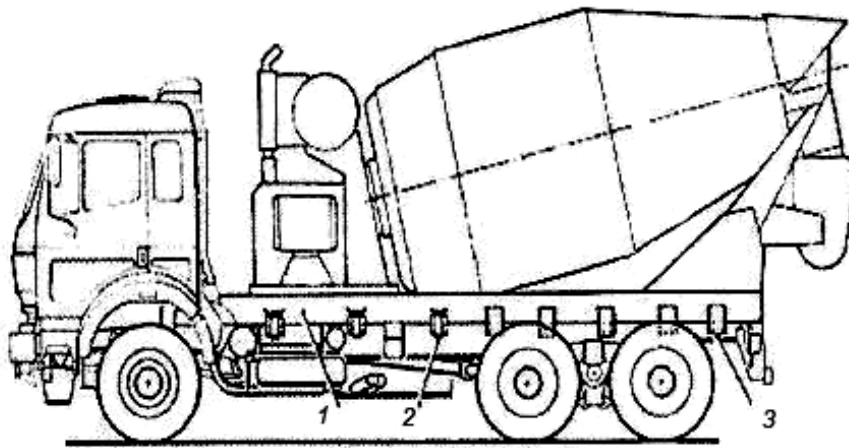
Preporuke proizvođača za nadgradnju automešalice

Nadgradnja automešalice predstavlja primer torziona elastične nadgradnje, na slikama 7, 8 i 9 prikazane su vrste veza i lokacije veza, te neki konstruktivni zahtevi transportnih vozila *volvo*, *mercedes* i *reno* [5], [6].



Slika 7 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadgradnju automešalice

Kod volva sa slike 7 vidi se da su kod formule pogona 6x2 prve tri veze konzolne a ostalih pet veza ostvaruju se veznim pločama. Mešalica za beton postavlja se na vozilo formule pogona 6x2 sa ogibljenjem ili vozila formule pogona 4x2 ili 6x2 sa pneumatskim elastičnim osloncem.

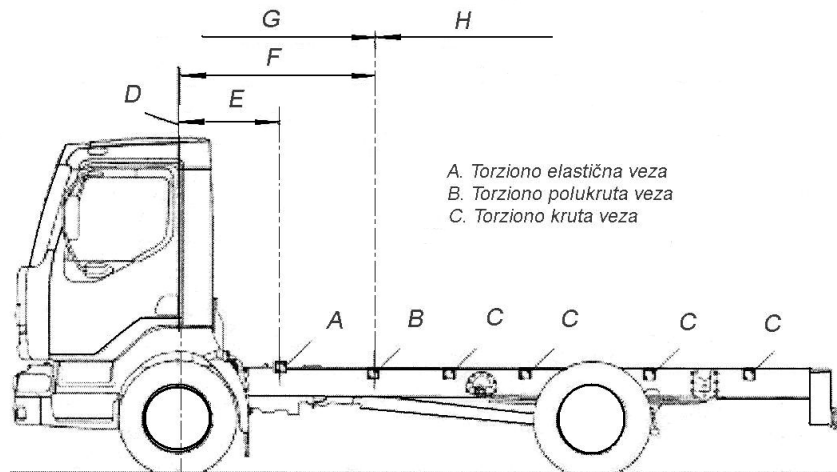


Slika 8 – Instrukcije proizvođača „Mercedes“ za nadgradnju automešalice

Da bi se obezbedila stabilnost kamiona i smanjenje naprezanja ramova, montažni ramovi „Mercedesovih“ vozila se u zadnjem delu ukrućuju. Ova ukrućenja se kod kamiona sa formulom pogona 4x2 izvode pomoću pravougaonog profila minimalnih dimenzija 60x10 mm, dok se kod kamiona sa formulom pogona 6x2 i 8x2 ukrućuje pomoću U profila minimalnih dimenzija 80x80x6. Kod kamiona sa formulom pogona 6x4 i 8x4 koriste se ukrućenja napravljena od kvadratnog profila dimenzija 80x80x6.

Sa slike 8 vidi se da „Mercedes“ savija pomoćni ram na spoljašnju stranu, zbog mogućnosti ugrađivanja većeg doboša ili zbog spuštavanja postojećeg s ciljem pomeranja težišta naniže i samim tim povećanja stabilnosti celog vozila.

Na slici 9 prikazane su vrste i lokacije veza proizvođača „Reno“ za nadgradnju mešalice betona.



Slika 9 – Instrukcije proizvođača „Reno“ za nadgradnju automešalice

Za definisanje načina vezivanja „Reno“ daje vrstu i položaj veze i rastojanje u zavisnosti od vrste oslanjanja i kabine.

U tabeli 3 prikazana su rastojanja elastičnih i polukrutih veza.

Tabela 3

Rastojanje veza A i B od prednje osovine¹

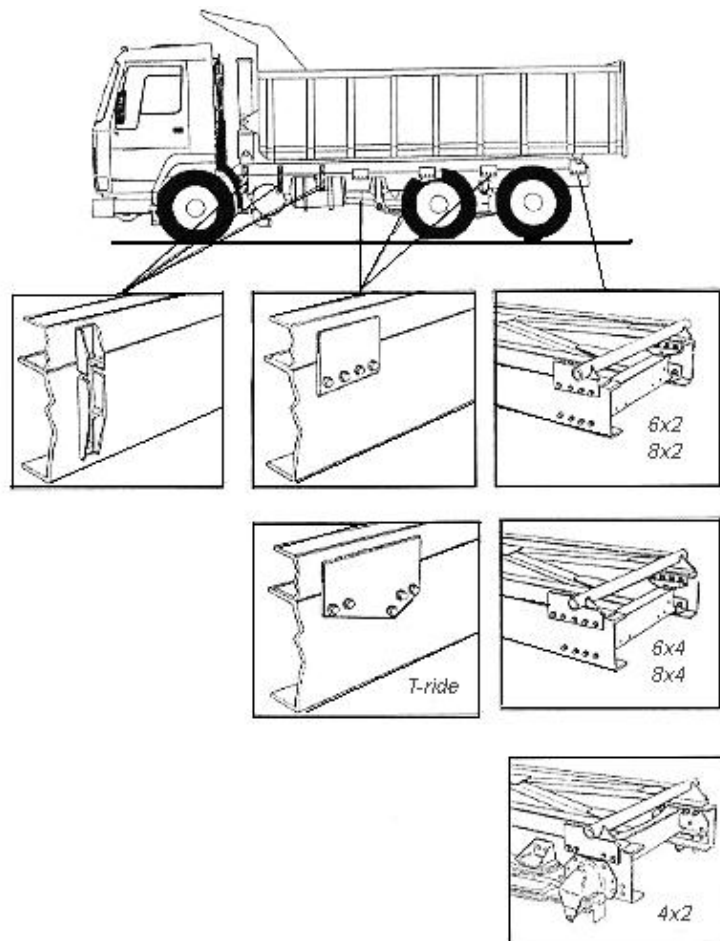
Tip vozila	E	F
MIDLUM C/C	735.5	1302.5
MIDLUM HD/construction	835.5	1585.5
MIDLUM D		
MIDLUM D		
MIDLUM 4X4		

Preporuke proizvođača za nadgradnju kiperu

Nadgradnja kiperu predstavlja primer torziono elastične nadgradnje. Ovde su prikazane vrste i lokacije veza, ali i nekih konstrukcionih zahteva kiperu *volvo* i *mercedes*.

¹ Mere su date u milimetrima.

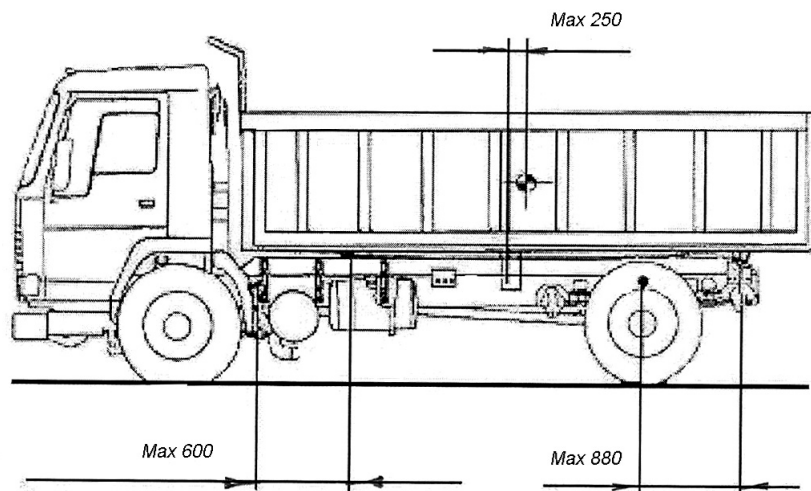
Sa slike 10 vidi se da se povezivanje osnovnog i montažnog rama u prednjem delu izvodi pomoću konzolnih veza, dok se u okolini pogonske osovine koriste vezne ploče.



Slika 10 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadogradnju kiperu

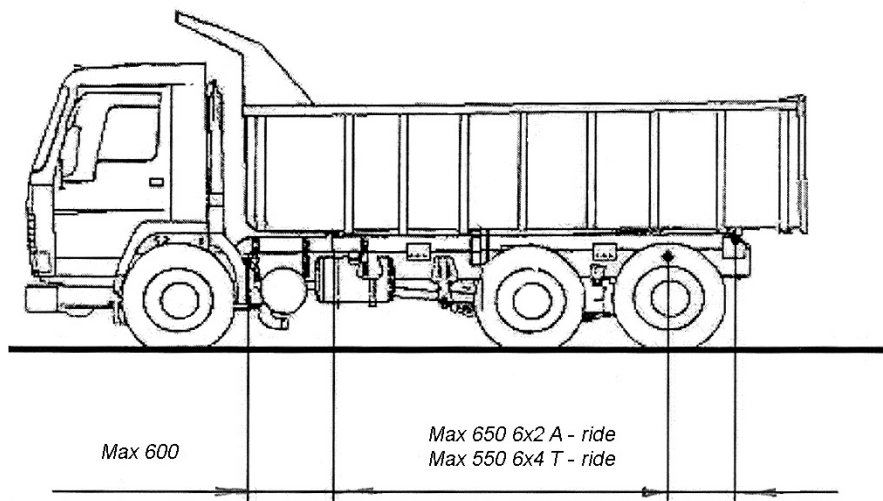
Da bi se obezbedila stabilnost vozila pri istovaru i smanjenje naprezanja ramovi se u zadnjem delu ukrućuju. Ova ukrućenja se kod vozila sa formulom pogona 4x2 izvode pomoću pravougaonog profila minimalnih dimenzija 60x10 mm, dok se kod vozila sa formulom pogona 6x2 i 8x2 ukrućenje izvodi pomoću U – profila minimalnih dimenzija 80x80x6 mm, a kod vozila sa formulom pogona 6x4 i 8x4 koriste se ukrućenja napravljena od kvadratnog profila dimenzija 80x80x6 mm. Pored ovih ukrućenja na montažnom ramu, za bočnu stabilnost pri istovaru još na vozilima se postavljaju i tzv. stabilizatori.

Na slikama 11, 12 i 13 predstavljeni su dvoosovinski, troosovinski i četveroosovinski kiperi *volvo*.



Slika 11 – Dvoosovinski kiper proizvođača „Volvo“ koji istovara na tri strane

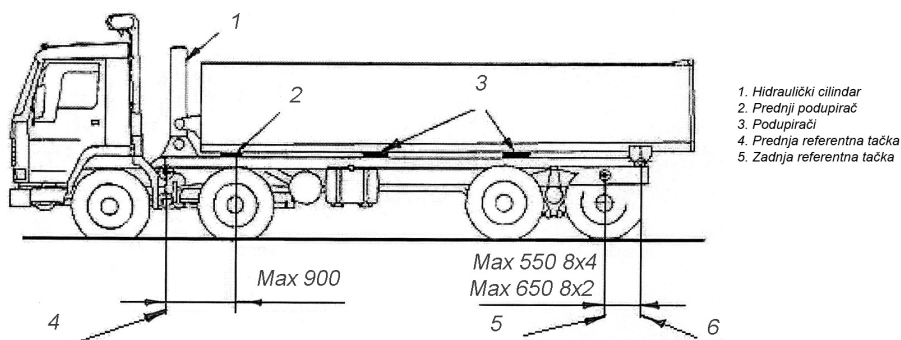
Kod dvoosovinskog kipera prikazanog na slici 11 istovaruje se na tri strane, dve bočne i pozadi. Kod troosovinskog kipera prikazanog na slici 12 istovar je pozadi.



Slika 12 – Troosovinski kiper proizvođača „Volvoa“ koji istovar vrši unazad

Kod prikazanog četvoosovinskog vozila na slici 13 može se uočiti postavljanje hidrauličkog cilindra ispred tovarnog sanduka.

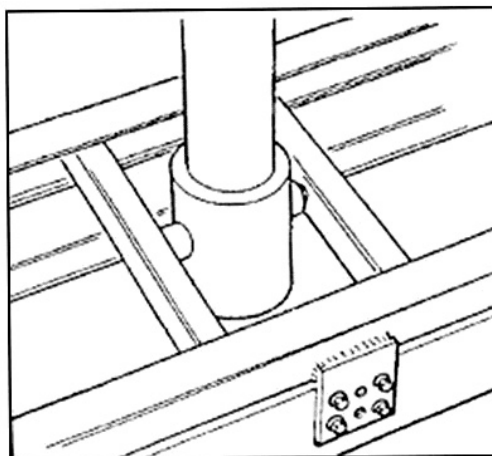
Prednji podupirač mora biti postavljen što je moguće bliže zadnjem delu kabine. Kod dvoosovinskih i troosovinskih vozila rastojanje između podupirača mora biti maksimalno 600 mm od referentne tačke na mestu zadnjeg oslonca gibnja upravljačke osovine. Podupirač može biti udaljen maksimalno 900 mm od referentne tačke. Ovo se radi s ciljem smanjenja momenta savijanja između osovina.



Slika 13 – Četvoosovinski kiper proizvođača „Volvo“ koji istovaruje unazad

Centralni podupirači kod dvoosovinskih i troosovinskih vozila nalaze se u blizini sredine tovarnog prostora. Za velike tovarne prostore preporučuje se montiranje dva podupirača sa svake strane montažnog rama.

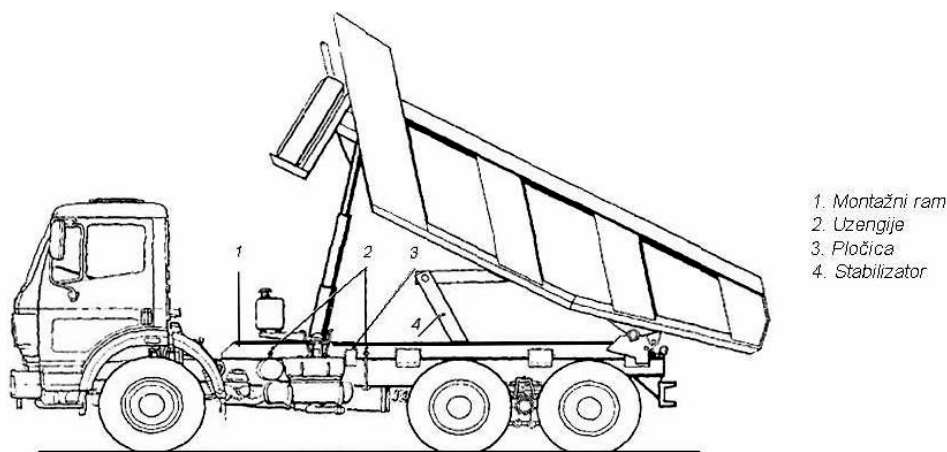
Hidraulički cilindar kod kiperu koji istovaruje na sve tri strane mora biti postavljen posmatrano u pravcu kabine, na maksimalnom rastojanju od 250 mm od centra gravitacije tovarnog prostora.



Slika 14 – Primer izvođenja hidrauličkog cilindra

U blizini takvog hidrauličnog cilindra slika 14 postavljaju se vezne ploče koje imaju zadatak da smanje savijanje montažnog rama u horizontalnoj ravni pri bočnom istovaru. Kod vozila sa zadnjim istovarom (dvoosovinska, troosovinska vozila), hidraulički cilindar mora biti postavljen što je više moguće ka prednjem delu vozila. Na ovaj način smanjuje se opterećenje hidrauličkog cilindra, a samim tim i snaga pumpe za snabdevanje hidrauličkog cilindra fluidom, ali se sa druge strane traže veće dimenzije hidrauličkog cilindra u rasklopljenom stanju (moraju se primeniti teleskopski hidrocilindri, a njihova cena je viša).

„Mercedesovo“ uputstvo za nadgradnju daje prikaze vrsta veza (ne ulazeći u to kakav je tip te veze), zatim daje polažaje tih veza bez preciznog definisanja njihovog položaja u odnosu na neke referentne tačke. Sa slike 15 vidi se da se u zoni hidrocilindra nalaze elastične veze (radi se o kiperima koji istovaruju unazad).

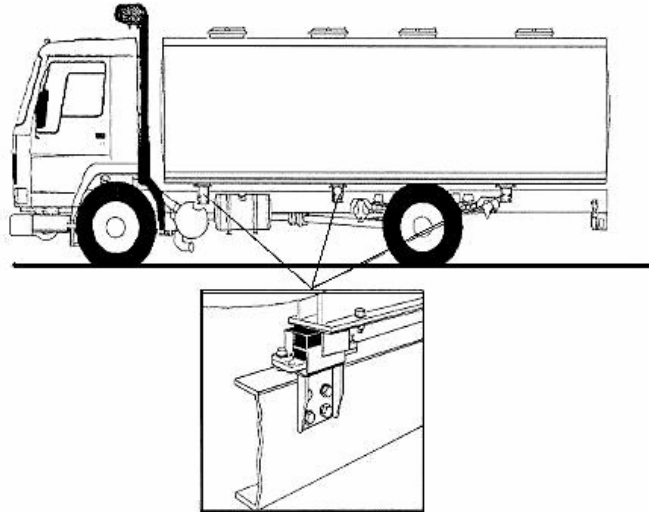


Slika 15 – Troosovinski kiper proizvođača „Mercedes“ koji istovaruje unazad

Preporuke proizvođača za nadgradnju cisterni

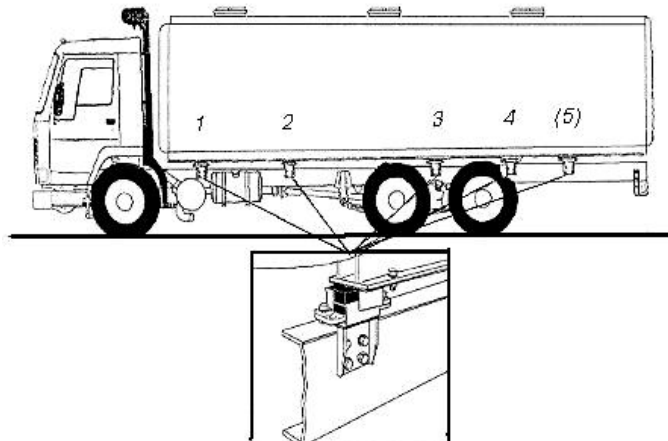
Sudovi cisterni su najčešće kružnog ili eliptičnog poprečnog preseka i kao takvi oni imaju velike osne, polarne ili torzione inercione momente. Iz teorije Otpornosti materijala i Otpornosti konstrukcija može se lako pokazati da krutost savijanja i uvijanja direktno zavise od veličine momenta inercije; $c_x \sim I_x$; $c_\varphi \sim I_\varphi$, na osnovu čega se može zaključiti da je cisterna veoma kruta struktura na savijanje i na uvijanje.

Zbog negativnih posledica koje torziono kruta struktura ima na naprezanje vozila proizvođači kamiona primenjuju nekoliko rešenja. Za povezivanje nadgradnje sa osnovom vozila koriste se dvosmerne elastične veze.



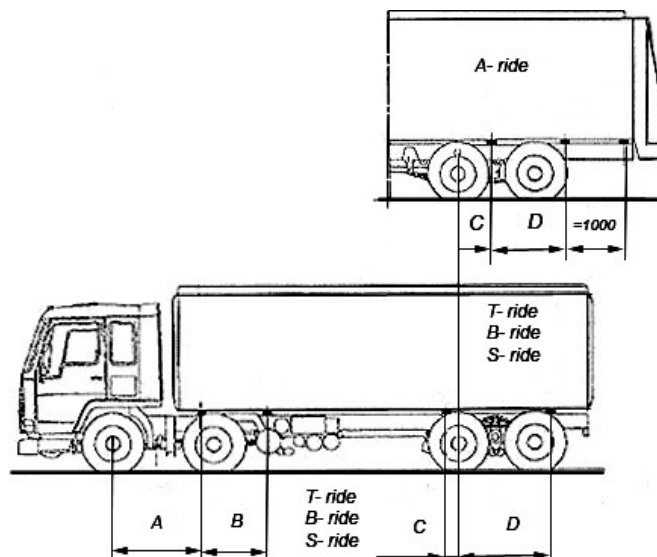
Slika 16 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadogradnju cisterne (dvoosovinsko vozilo)

Na slici 16 prikazana je dvoosovinska cisterna *volvo* sa brojem i vrstom veza koje se koriste pri povezivanju osnovnog rama vozila sa sudom cisterne. Isto tako na slikama 17 i 18 prikazane su troosovinske i četveroosovinske cisterne sa vrstom i brojem veza osnovnog rama vozila sa sudom cisterne.



Slika 17 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadogradnju cisterne (troosovinsko vozilo)

Dvoosovinska vozila koriste tri veze, dok troosovinska i četveroosovinska vozila koriste četiri veze. Brojka u zagradi predstavlja dodatnu petu dvosmerno elastičnu vezu koji se postavlja u slučaju velikih međuosovinskih rastojanja kako bi se što bolje rasporedilo opterećenje od mase cisterne i korisnog tereta na osnovni ram.

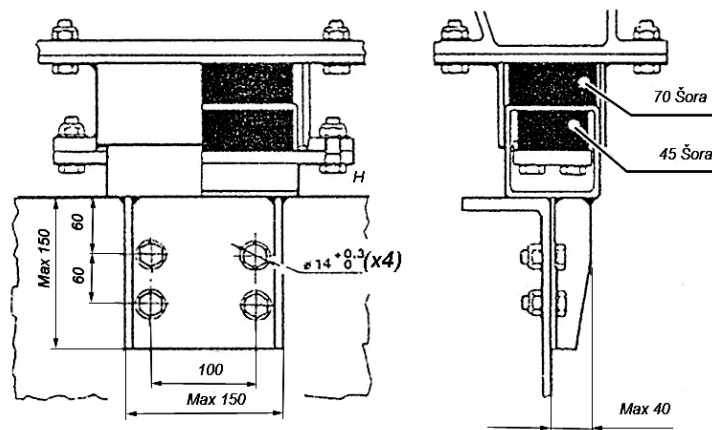


Slika 18 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadogradnju cisterne (četvoosovinsko vozilo)

Ova peta veza kod troosovinskih kamiona trebalo bi da bude postavljena na oko 1.200 mm iza četvrte veze, a na oko 1.000 mm iza četvrte veze kod četvoosovinskih kamiona.

U nekim slučajevima moguće je postaviti i samo dva veze sa svake strane vozila, ali se tada moraju poštovati sledeća pravila:

- položaj prednje veze se ne menja;
- položaj zadnje veze kod dvoosovinskih vozila je na maksimalnom rastojanju od 500 mm od zadnje osovine, dok je kod troosovinskih vozila na maksimalnom rastojanju od 1.150 mm od prednje pogonske osovine.

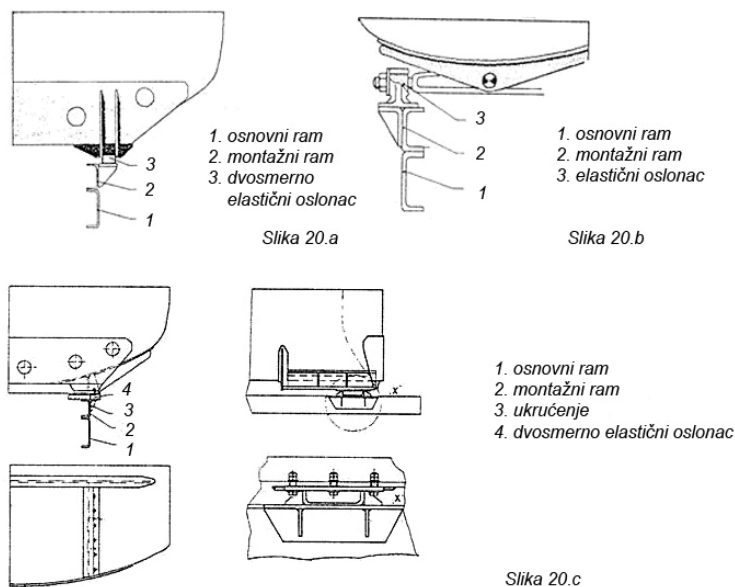


Slika 19 – Primer dvosmerno elastične veze

Na slici 19 prikazana je dvosmerno-elastična veza koja se sastoji od dva gumena podmetača različite krutosti. Od gornjeg gumenog oslonca zahteva se da dozvoljava pomeranje osnove šasije za najmanje 5 mm na gore u odnosu na cisternu, dok donji gumeni oslonac mora dozvoliti pomeranje osnove šasije u odnosu na cisternu za najmanje 15 mm na dole. Prednost gumenih oslonaca u odnosu na opruge koje se u nekim rešenjima koriste ogleda se u njihovoj mogućnosti boljeg prigušenja udara i oscilacija. Od oslonaca 1 i 2 prikazanih na slikama 17 i 18 zahteva se da budu elastičniji u odnosu na oslonce 3 i 4 i istovremeno se traži da oslonci 1 i 3 nose veći deo ukupnog opterećenja. Za prikazana povezivanja nadgradnje sa osnovnim ramom vozila može se primetiti da ne postoji montažni ram i da nadgradnja ne učestvuje u preraspodeli opterećenja (ako se radi o malim deformacijama osnovnog rama). Zbog nepostojanja montažnog rama naprezanja koja se javljaju u osnovnom ramu su veća, ali zato pozitivno utiču na stabilnost vozila.

Na slici 20 vidi se samo uprošćeni način vezivanja, bez definisanja broja veza i detaljnijeg opisa veza. Međutim, bitna razlika koja se uočava u odnosu na rešenje proizvođača „Volvo“ je da se koristi montažni ram.

Pomoću ovog rama „Mercedes“ obezbeđuje osnovu šasije u pogledu havarije, ali sa druge strane pogoršava položaj težišta (smanjuje stabilnost pri vožnji) i negativno utiče na korisnu nosivost kamiona. Cisterna, s obzirom na prikazani način vezivanja sa osnovnim ramom, ne nosi nikakva torziona opterećenja, niti prihvata naprezanja na savijanje.



Slika 20 – Instrukcija za nadgradnju proizvođača „Mercedes – Benz“

Zaključak

Na osnovu analize smernica vodećih proizvođača nadgradnji, šasija transportnih vozila i njihovih veza može se izvesti više zaključaka.

Problematika veza nadgradnje sa osnovnim ramom vozila izuzetno je kompleksna. Potrebno je razmatrati veliki broj faktora (vrste veze, lokacije veza, dimenzije i oblik montažnih – pomoćnih ramova, vrste nadgradnje, itd.) koje svojim karakteristikama direktno utiču na pouzdanost i na masu korisnog tereta.

Kao što je pokazano u smernicama za primenu određene vrste veze nadgradnje, vrsta interakcije na osnovnom ramu zavisi od torzione krutosti nadgradnje.

Nadgradnja ne sme ograničiti pomeranje šasije pa je zato važno da se pravilno izaberu vrste veza šasije i nadgradnje. Pri tome, veza nadgradnje sa osnovnim ramom uzima se kao već gotova, data od proizvođača, jer iza toga stoji dug put istraživanja samog proizvođača.

Uporednom analizom bez obzira na prisutna pojednostavljena primenom opštih preporuka možemo biti sigurni da se dolazi do pravilnog povezivanja osnovnog i montažnog rama i nošenja opterećenja što otklanja mogućnost pojave havarije.

Literatura

- [1] Janićijević, N., Janković, D., Todorović, J., *Konstrukcija motornih vozila*, Mašinski fakultet, Beograd, 1987.
- [2] *Uputstvo za nadgradnju proizvođača „Volvo“*, 1998.
- [3] *Tehnički podaci FL 6 game vozila proizvođača „Volvo“*, 1998.
- [4] *Uputstvo za nadgradnju proizvođača „Mercedes – Benz“*, 1998.
- [5] *Uputstvo za nadgradnju proizvođača „Reno“*, 2004.
- [6] Guberinić, R., Milojević, I., Određivanje funkcije pouzdanosti motornih vozila kao složenog tehničkog sistema, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 57, broj 2, pp. 31–45, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2009.

ANALYSIS OF CONNECTION ELEMENT CLASSES AND LOCATIONS AND OF SOME STRUCTURAL REQUIREMENTS FOR THE MOUNTING OF DIFFERENT SUPERSTRUCTURE TYPES ON TRANSPORT VEHICLES

Summary:

The paper presents the basic requirements for transport vehicles. A special request regarding the adaptation of transport vehicles for the transport of various types of cargo was taken into consideration. Superstructures and the situation arising after mounting superstructures on

wheeled transport vehicles were analysed and the following was described: console coupling, stirrups, simplex elastic coupling, two-way elastic and rigid connection elements. Vehicle torsional elasticity is provided by a proper choice of the type of connection between the superstructure and the vehicle chassis. Applying the instructions of vehicle manufacturers for using appropriate connections between the truck superstructure and the vehicle chassis provides positive torsional elasticity of the vehicle. The paper gives the general recommendations of the Volvo, Mercedes and Renault transport vehicle producers for the use of particular connection types of locations as well as structural requirements for the mounting of concrete mixers, tippers and truck tanks on their vehicles.

Introduction

Achieving a high level of transport effectiveness depends on a number of factors. One of the most important ones is the possibility to increase the payload share in the gross vehicle weight. This share depends on the net vehicle weight, a method of coupling the truck superstructure with the chassis frame as well as on the truck superstructure construction. Realisation of this requirement is of significant importance, particularly for large business systems since it results in the reduction of number of necessary vehicles, more economic fleet maintenance and the fleet capacity increase. It is also relatively easy to adapt the vehicle for the transportation of other loads, depending on user's current needs. The adaptation is correctly performed if manufacturer's recommendations are followed during the mounting of the superstructure on the chassis. This paper gives the analysis of the types of coupling used for particular truck superstructures.

Types of truck superstructure

A truck superstructure is generally a torsionally stiffer structure of the vehicle chassis and by its mounting on the vehicle main frame the torsion stiffness of the whole vehicle increases. In order to retain the vehicle torsional elasticity because of its positive reaction to strain, it is necessary to apply a particular type of coupling for a particular type of truck superstructure. Regarding the torsional stiffness, truck superstructures can be divided into three groups:

1. Torsionally elastic
2. Torsionally semielastic
3. Torsionally rigid

Connection of the chassis and the truck superstructure

In order to retain the vehicle torsional elasticity because of its positive reaction to strain, it is necessary to apply a particular type of coupling for a particular type of truck superstructure:

Panel connection

Panel connection allows longitudinal motion and prevents lateral or vertical motion of the chassis runner in relation to the main vehicle frame.

Stirrup (U bolt) connection

Stirrup connections enable longitudinal motion of the chassis runner in relation to the main frame but they cannot accept lateral forces, so additional leading plates are mounted for that purpose.

Simplex elastic connection

Simplex elastic connections enable vertical motions of the automotive frames due to the effect of longitudinal torsion moments as well as longitudinal motion of the chassis runner due to the effect of longitudinal forces and frame flexion moments.

Two – way elastic connection

This kind of connections is used to connect the truck tank with the vehicle automotive frame. The connection supports lateral and longitudinal forces and enables vertical motion of the automotive frame in relation to the truck tank, during the torsion and lifting of the vehicle.

Stiff connection (connection plates, sheets)

This type of connections enables rigid connection of the automotive frame and the chassis runner thus making them behave as a whole. Connection plates transfer longitudinal, lateral and vertical forces. They are mounted from the front of the anterior support of the rear suspension to the end of the automotive (chassis runner) frame. The upper part of the plate is welded for the chassis runner, while the lower part of the plate is bolted for the automotive frame.

Guidelines for the application of particular truck superstructures

A truck superstructure must not prevent the chassis movement; therefore, it is important to choose a proper type of connection between the chassis and the truck superstructure. Chassis twisting is most expressed in the area behind the driver's cabin and it should decline towards the rear of the vehicle. If a rigid superstructure is mounted on the basic frame and the coupling is also rigid, the twisting of the main frame is not gradual but sudden and restricted to a limited area where high levels of torsion stress occur. The principal rule regarding the rigidity of superstructures is: the stiffer superstructure is, the more elastic connection must be.

Manufacturer's recommendations for particular types of truck superstructures

Manufacturer's recommendations for concrete mixer superstructures

The truck superstructure of a concrete mixer is an example of torsionally flexible mounting. Figs. 7, 8, and 9 show types and cites of connections as well as some structural requirements of Volvo, Mercedes and Renault transport vehicles [2, 3, 4, 5].

In a 6x2 Volvo (Fig. 7), the first three couplings are cantilevered and five other connections are achieved with midfielder plates. The mixer is mounted on 6x2 vehicles with suspension or on 4x2 or 6x2 vehicles with air damping. All twin – shaft trucks could be loaded with 13t on the rear axle.

Mercedes does not give much information related to the concrete mixer superstructure. To ensure stability and reduce strain of truck frames, the chassis runner is stiffened in the rear.

Fig. 6 shows that the Mercedes chassis runner bends outwards, because of the possibility of embedding a larger drum or because of lowering the existing one in order to lower the focus down and thus increase the stability of the entire vehicle.

Recommendations of the body tipper manufacturer

A body tipper is an example of a torsionally flexible superstructure. Fig. 10 shows some types of sites and links, as well as some structural requirements of Volvo and Mercedes tippers [2, 3, 4]. Linking the main frame with the mounting one is performed using the console connection in the front part while near the axles connecting plates are used. To ensure the stability of the vehicle when unloading and to reduce stress, the frames are stiffened in the rear (Fig. 8).

Recommendations of the manufacturer for mounting tanks

Tank compartments are usually of circular or elliptical cross section, and as such they have large shaft, polar or torsion inertional moments. If the theories of material resistance and construction resistance are applied, it can be easily shown that the bending and torsion rigidity directly depend on the size of the moment inertia; $c_x \sim I_x$; $c_\varphi \sim I_\varphi$, from which it can be concluded that the tank is a very rigid structure regarding bending and twisting.

To connect the superstructure to the vehicle base, two-way elastic connections are used. Fig. 9 shows a twin-shaft Volvo tank with the number and types of connections used in connecting the main frame with the tank compartment. Three-axle tanks and four-axle tanks with the type and number of links of the main vehicle frame with the tank compartment are also shown. Similarly to the case of the tipper MB [3], there is no much information about linking the basic frame with the tank. Fig. 9 shows only a simplified method of coupling, without defining the number of connections and a more detailed description of connections. However, an important difference observed in relation to the solution of the Volvo manufacturer is that a chassis runner is used.

Conclusion

The analysis of the guidelines of leading manufacturers for upgrades, transport vehicle chassis and their connections leads to the following conclusions:

The connection with the basic superstructure frame is an extremely complex issue. It is necessary to consider many factors (type of connection, the connection location, size and shape of the assembly – extra frames, the types of upgrades, etc.) since its characteristics directly affect both the reliability and the payload mass.

As shown in the guidelines for the implementation of certain kinds of connection upgrades, a type of interactions on the basic frame depends on the torsional stiffness of the superstructure.

Truck superstructures must not move to limit the chassis and is thus important to properly choose the types of connections and chassis upgrades. The connection of the upgrade to the basic frame is taken as already given by the manufacturer, having in mind extensive research of the manufacturer in this field.

Regardless the simplifications in the application of general recommendations, the comparative analysis shows that there is a proper connection of the base and mounting frame which eliminates the possibility of breakdown.

Key words: request, truck superstructure, type, connection, torsion, elasticity, manufacturer, location, construction.

Datum prijema članka: 11. 03. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 07. 04. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 09. 04. 2010.