

UTICAJ ZAŠTITNIH STRUKTURA TRAKTORA NA POVEĆANJE BEZBEDNOSTI RUKOVA- LACA U EKSPLOATACIJI

Mr Saša Mitić, dipl.maš.inž,
Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Bezbednosni parametri u eksploataciji traktora imaju veoma veliki značaj. Jedan od najznačajnijih elemenata koji utiču na bezbednost rukovalaca u eksploataciji traktora su zaštitne strukture i kabine. U zavisnosti od vrste, namene i kategorije traktora, ugrađuju se različite vrste zaštitnih struktura ili kabina.

U okviru rada prikazana su konstruktivna rešenja zaštitnih struktura, sa osnovnim karakteristikama i primerima ugradnje na traktore, kao i tehnološka izvođenja.

Danas se u svetu pridaje sve veća pažnja povećanju udobnosti rukovalaca u eksploataciji. Traktori postaju sve više prijatno mesto za rad, jer se pored klima uređaja, radio aparata i zvučne izolacije vodi računa i o ergonomskim zahtevima i lakom komandovanju i upravljanju.

Domaći proizvođači traktora prihvatili su ove savremene trendove i kroz njihovu implementaciju na već postojeće i nove proizvode postaju konkurentni na svetskom tržištu, čime u određenoj meri vraćaju ugled našoj motornoj industriji.

Ključne reči: Zaštitne strukture, kabine, bezbednost, ergonomija

UVOD

Industrija radnih vozila i poljoprivrednih mašina ima dugu i bogatu tradiciju u našoj zemlji. Pored proizvodnje teretnih, putničkih i priključnih vozila, proizvodnjom radnih vozila zaokružen je segment industrije motornih i priključnih vozila.

S obzirom na trenutnu situaciju u automobilskoj industriji kod nas i u svetu, nerealno je očekivati neko značajnije prisustvo naših proizvođača putničkih i teretnih vozila na svetskom tržištu. Takvom odnosu snaga naročito je doprinela dugogodišnja blokada naše zemlje, kao i činjenica da smo se u ovim granama industrije dosta oslanjali na delove, opremu i projekte iz inostranstva. Godine izolacije učinile su svoje, tako da smo na tom polju u velikom zaostatku u odnosu na vodeće svetske proizvođače.

Nasuprot tome, industrija radnih vozila i poljoprivrednih mašina predstavlja se u sasvim drugom izdanju. S obzirom da nije toliko vezana za širok krug zainteresovanih korisnika, ali da je izuzetno važna za stratešku industriju i fundamentalne oblasti privrede svake zemlje, ovaj deo industrije motornih vozila ima izuzetno veliki značaj. To je naročito bitno za našu zemlju u trenutnoj situaciji, kada je glavna preokupacija

rekonstrukcija i revitalizacija infrastrukturnih kapaciteta (za korišćenje radnih mašina), kao i orijentacija ka velikom povećanju poljoprivredne proizvodnje. Pošto se naša zemlja i dalje svrstava među potencijalno najveće proizvođače hrane u Evropi, sasvim je logično opredeljenje na poljoprivrednu proizvodnju.

Tu do izražaja dolazi industrija traktora i oruđa za poljoprivredu. Kao što je već na početku rečeno, naša zemlja ima dugu i bogatu tradiciju na tom planu, što bi pravilnim ulaganjem u osavremenjivanje poljoprivredne mehanizacije dovelo do veoma brzog uključenja naše zemlje u savremene evropske i svetske tokove, a i doprinelo povećanju produktivnosti u poljoprivredi.

Naša zemlja trenutno ima dva velika proizvođača traktora i poljoprivredne mehanizacije, a to su "IMR" i "IMT". Oba proizvođača nalaze se u Beogradu, što im omogućava blizinu poljoprivrednih područja, kao i blizinu naučnih ustanova, instituta i drugih institucija koje mogu pružiti razne vidove pomoći u projektovanju i procesu proizvodnje. Uz činjenicu da ova preduzeća nisu pretrpela oštećenja tokom bombardovanja, ostvareni su bar polazni uslovi za realizaciju strateškog plana razvoja poljoprivredne proizvodnje.

Cilj ovog rada je da ukaže na značaj koji se danas pridaje prvenstveno bezbednosti a zatim i udobnosti rukovalaca pri eksploataciji traktora. Zbog toga je rad posvećen upravo najvažnijem činiocu koji doprinosi ovim parametrima – kabinama i zaštitnim strukturama traktora.

Dat je opis aktuelnih konstruktivna rešenja zaštitnih struktura. Predstavljani su primeri izvođenja zaštitnih struktura i kabina na radnim vozilima poznatih svetskih proizvođača, sa osnovnim konstruktivnim karakteristikama.

BEZBEDNOSNI PARAMETRI

Traktori zbog svojih konstrukcionih i vučnih karakteristika (visoko težište, veliki dinamički poluprečnici točkova, velika snaga motora, ...) predstavljaju potencijalno vrlo nestabilna vozila, i pored relativno malih brzina kretanja. Kada se tome dodaju i uslovi tla po kojima traktori obavljaju svoju funkciju, mogućnost pojave nezgoda je još veća. Kao što je već ranije rečeno, prevrtanje traktora je upravo najčešći i najopasniji vid nezgoda traktora, sa najvećim procentom fatalnih ishoda po rukovaocu.

Do početka sedamdesetih godina prošlog veka nije se pridavala velika pažnja analizama statističkih podataka o nesrećama u kojima su učestvovali traktori i druge vrste radnih vozila. Tek se prvim ozbiljnijim analizama došlo do zabrinjavajućih podataka o visokom procentu nezgoda traktora sa fatalnim ishodom, gde je najviše bilo upravo prevrtanja. Tako, na primer, jedna studija pokazuje da je u Švedskoj u periodu između 1964. i 1986. godine broj fatalnih ishoda prilikom prevrtanja traktora sveden sa 12 na 0.2, na 100000 traktora /9/. Indikativno je da je u istom periodu procenat traktora sa ugrađenim zaštitnim strukturama porastao sa 6% na 93%, a da je ukupan broj traktora postao veći za 275%. Druga studija, rađena u Sjedinjenim Američkim Državama, pokazuje takođe pad broja nezgoda sa fatalnim ishodom od 1969. godine /10/. Međutim, prosečan godišnji broj fatalnih ishoda za poslednjih nekoliko godina je 218, od čega je 120 vezano za prevrtanje traktora (oko 55%). U Evropskoj Uniji, na primer, takođe se beleži konstantan pad procenta nezgoda sa fatalnim ishodom, sa 337 u 1991. godini, na 65 u 2002. godini /11/.

Ovaj značajan pad broja nezgoda sa fatalnim ishodom širom sveta pripisuje se upravo regulativi koja se počela primenjivati, a koja je

zahtevala obaveznu ugradnju zaštitnih struktura na traktore. Odlični rezultati koji su posledica primene ove regulative dovela je do njenog prihvatanja u većini zemalja sveta.

Što se tiče podataka vezanih za našu zemlju, situacija na žalost nije tako dobra kao u ostalim zemljama, s obzirom na nepostojanje jasne regulative primene zaštitnih struktura na starijim traktorima. Prema podacima Uprave saobraćajne policije Ministarstva unutrašnjih poslova Srbije, u 2002. godini zabeleženo je 74 poginulih, od čega 12 usled prevrtanja traktora, dok je broj poginulih u 2003. godini iznosio čak 81.

Ove brojke jasno ukazuju da je neophodno što pre usvojiti regulativu o obaveznoj primeni zaštitnih struktura na traktorima svih kategorija i svih starosnih dobi, jer postoje jasni pozitivni rezultati primene regulative u svetu.

U nastavku rada biće reči o dva osnovna faktora koji utiču na zaštitne strukture kao elemente povećanja bezbednosti rukovalaca, a to su njihove konstruktivne karakteristike i vrste ispitivanja koje se na njima izvode u cilju verifikacije.

KONSTRUKTIVNA REŠENJA KABINA I ZAŠTITNIH STRUKTURA

Konstruktivna rešenja kabina i zaštitnih struktura traktora najviše zavise od vrste nezgoda kojima su u toku eksploatacije potencijalno izloženi. Naravno, nezgode koje se mogu desiti nisu iste za sve vrste traktora, već za različite vrste postoje i karakteristične nezgode koje se javljaju.

Zapoljoprivrednetraktoretočkaše, karakteristične su nezgode prouzrokovane prevrtanjem traktora na bok i unazad, uz mogućnost višestrukog prevrtanja preko krova. Zbog toga se i postavlja zahtev za neophodnom ugradnjom kabina ili zaštitnih struktura, pri čemu je neophodno obezbediti zaštitu rukovaoca prilikom udara kabine ili zaštitne strukture o tlo.

Kod traktora za šumarstvo karakteristične su nezgode prouzrokovane padanjem granja i drveća na traktor. Zbog toga je i ovde neophodna ugradnja kabine ili zaštitne strukture, kako bi se obezbedio rukovalac. Pri tome, zahtevi po pitanju opterećenja kabine za ovu vrstu traktora znatno su drugačiji nego kod poljoprivrednih traktora.

Naravno, za svaku od primenjenih kabina ili zaštitnih struktura neophodno je obaviti prethodna

laboratorijska ispitivanja čvrstoće, kako bi kabine opravdale svoju funkciju i primenu. Pri tome se metodologije ispitivanja razlikuju, u zavisnosti od vrste traktora i njegove namene.

Na osnovu ovih činjenica, može se zaključiti da postoji veoma veliki broj različitih kabina i zaštitnih struktura koje se koriste na traktorima. One se razlikuju po svojim konstruktivnim karakteristikama, primenjenim materijalima, vezama između sastavnih elemenata, pričvršćenja za šasiju vozila, kao i dodatnih uređaja koji se na njih mogu ugraditi radi povećanja ukupne čvrstoće (npr. uređaji za prigušenje dinamičkih opterećenja).

Međutim, bez obzira na veliku raznolikost kabina i zaštitnih struktura koje se danas primenjuju na traktorima u svetu, neophodno je napraviti neku vrstu njihove klasifikacije, kako bi se lakše mogli opredeliti prilikom izbora. Prva i osnovna podela je prema konstruktivnom izvođenju, a odmah zatim i podela prema broju vertikalnih nosača koji su primenjeni kod kabine i zaštitne strukture /1/. Na osnovu ove podele, imamo dve osnovne grupe kabina i zaštitnih struktura:

- sa dva vertikalna nosača,
- sa više (četiri ili šest) vertikalnih nosača,

i to bez obzira da li su vertikalni nosači ugrađeni u kabinu i čine njen sastavni deo, ili je samo oivičavaju.

O obe grupe biće više reči u nastavku teksta.

Zaštitne strukture sa dva nosača

Zaštitne strukture sa dva nosača međusobno se razlikuju po obliku profila, nagibu vertikalnih stubova nosača, načinu pričvršćenja stubova za šasiju traktora, poprečnom preseku (stalnom ili promenljivom) po dužini vertikalnih stubova.

Radi bezbednosti rukovalaca, uzimajući u obzir zahteve za njihovu zaštitu, a takođe vodeći računa da se traktori ne preoptereće po pitanju mase, na traktore su se počele postavljati najjednostavnije zaštitne strukture ravanskog tipa, postavljene iznad radnog mesta rukovaoca. Najjednostavnija konstrukcija zaštitnog svoda sastoji se od dva vertikalna nosača i premošćenja na vrhu, što je izrađeno od standardnih profila.



Slika 1. Zaštitna struktura ravanskog tipa iza položaja rukovaoca

Na poljoprivrednim traktorima vertikalni stubovi najčešće se pričvršćuju na kućište zadnjeg pogonskog mosta, kao što je prikazano na Slici 1., ili ispred položaja rukovaoca na šasiju traktora, kao što je prikazano na Slici 2.



Slika 2. Zaštitna struktura ravanskog tipa ispred položaja rukovaoca

Zaštitne strukture sa više nosača

Prethodno razmotrene zaštitne strukture sa dva vertikalna nosača pružaju bezbednost rukovalaca pri prevrtanju traktora na bok pri malim brzinama kretanja i prevrtanju unazad, ali malo su efikasne pri prevrtanju traktora koji se kreće većom brzinom.

Dalji razvoj zaštitnih struktura vezan je sa izradom struktura sa više vertikalnih nosača, koji obezbeđuju sigurnost rukovalaca u bilo kom slučaju prevrtanja.

Razlikuju se zaštitne strukture sa četiri (Slika 3.) i šest nosača (Slika 4.), koje se primenjuju kako na poljoprivrednim traktorima, tako i na radnim vozilima. Pri tome, principiijelne šeme zaštitnih struktura se mogu smatrati identičnim, pri njihovim različitim konstruktivnim izvođenjima.



Slika 3. Zaštitna struktura sa četiri nosača

Osnovni noseći elementi (vertikalni nosači) zaštitnih struktura sa više nosača izrađuju se od standardnog valjanog profila pravougaonog ili okruglog poprečnog preseka. Struktura se pričvršćuje na šasiju traktora ili na kućište zadnjeg pogonskog mosta traktora točkaša.



Slika 4. Zaštitna struktura sa šest nosača

Na Slici 3. prikazana je zaštitna struktura sa četiri vertikalna stuba, koji su na vrhu spojeni poprečnim i uzdužnim gredama. Stubovi su izrađeni od standardnog pravougaonog poprečnog preseka. Sa gornje strane je na strukturu postavljen krov, za zaštitu rukovalaca od predmeta koji padaju. Sa zadnje strane i bočno, radno mesto rukovaoca je obezbeđeno staklenim površinama. Prednost strukture sa više nosača je mogućnost stvaranja prostornih zaštitnih ramnih konstrukcija.

Zaštitna struktura takođe može biti sastavljena od dva zatvorena rama, koji su izrađeni od šupljeg profila okruglog poprečnog preseka. Oni su postavljeni podužno na bočnim stranama radnog mesta rukovaoca. Ramovi su spojeni međusobno poprečnim nosačima i zajedno s uzdužnim gredama, koje štite motorni deo, formiraju krutu zatvorenu prostornu konstrukciju, sposobnu da prihvati znatna udarna opterećenja.

Kao primer zaštitne strukture sa šest nosača, može poslužiti struktura prikazana na Slici 4. koja je izrađena od profila pravougaonog poprečnog preseka. Njeni prednji i zadnji stubovi postavljeni su pod uglom u odnosu na vertikalnu ravan.

Konstrukcija strukture sa šest nosača dozvoljava primenu standardnih profila manjeg preseka, što smanjuje ukupnu masu konstrukcije.

Kabine

S obzirom da je došlo do trenda povećanja zahteva po pitanju bezbednosti rukovalaca, javila se i nužnost opremanja traktora ne samo zaštitnim strukturama, već i kabinama. Kabine pružaju ne samo bolju bezbednost rukovaocima pri prevrtanju, već istovremeno i zvučnu i termičku izolaciju radnog mesta rukovaoca.

Kabina se može izrađivati kao integralna celina, ili se može dobiti nadogradnjom već postojeće zaštitne strukture. U drugom slučaju zaštitna struktura služi kao noseća struktura na koju se dalje pričvršćuju paneli koji čine stranice kabine.

Kao primer kabine sa šest vertikalnih nosača može poslužiti kabina traktora New Holland, prikazana na Slici 5. Kabina sa dvoje vrata postavljena je napred, na dva prigušivača, a nazad je preko gumenih umetaka pričvršćena na blatobrane zadnjih točkova. Zaštitna struktura se sastoji od šest vertikalnih stubova: po dva napred, centralno i nazad. Dva prednja vertikalna stuba su trapeznog poprečnog preseka, a dobijeni su zavarivanjem dva profila. Profili mogu biti standardni i izrađeni kovanjem ili savijanjem. Poprečni presek srednjih vertikalnih stubova je pravougaonog oblika, dobijen zavarivanjem dva U profila. Poprečni presek zadnjih vertikalnih stubova je pravougaonog oblika i dobijen je savijanjem lima. Stubovi su spojeni na vrhu uzdužnim vezama. Paneli i poklopac kabine dobijeni su savijanjem čelične ploče.



Slika 5. Kabina sa šest vertikalnih nosača

Savremeni trendovi konstrukcija zaštitnih struktura idu u pravcu da se zaštitne strukture i kabine izrađuju kao zasebne celine, koje se u praksi koriste nezavisno jedna od druge. Pri tome mogu da se izdiferenciraju dva osnovna pravca razvoja:

- zaštitna struktura ima zaštitnu i noseću

funkciju;

- zaštitna struktura ima samo zaštitnu funkciju.

U prvom slučaju kabina je spojena sa zaštitnom strukturom kruto ili preko prigušnih elemenata. U drugom slučaju kabina nema neposrednu vezu sa zaštitnom strukturom, već zaštitna struktura prati formu kabine, pri čemu su njene dimenzije nešto veće. Prvi slučaj je zastupljen najčešće kod poljoprivrednih traktora, dok je drugi slučaj zastupljeniji kod radnih vozila.

Kao primer prvog smera razvoja konstrukcija služi izvođenje traktorske kabine "Siac" 4E /8/. U tom slučaju zaštitna struktura je sastavni deo konstrukcije kabine koji sadrži prednji (Slika 6) i zadnji kruti pojas od savijenog profila pravougaonog preseka. Pojasi su spojeni uzdužnim vezama, koje obrazuju zatvorenu strukturu. Na strukturu je pričvršćen prednji panel, sastavljen od kovanog profila i bočnog dela s spojnicom na vrhu. Bočni delovi i gornja spojnica izrađeni su od valjane ploče debljine 2.5 mm. Za donje veze zavaren je pod od čelika debljine 5 mm. Na kabini su predviđena dvojna vrata. Radi poboljšanja preglednosti donji kraj prednjeg stakla približen je operatoru.



Slika 6. Traktorska kabina Siac 4E

Traktorska kabina "Siac" 5BAS (Slika 7) u načelu se ne razlikuje od traktorske kabine "Siac" 4E. U njenoj konstrukciji takođe se nalaze prednji i zadnji pojasevi. Forma i dimenzije profilnog i pločastog valjanog materijala, analogni su primenjenom kod kabine traktora "Siac" 4E. Konstruktivne razlike su: nepostojanje krute veze između prednjih i zadnjih pojaseva u donjem delu kabine; postojanje jednih vrata na levoj strani kabine, kapka koji se otvara na desnoj strani i blatobrana za zadnje točkove; pod je spojen sa kosturom kabine vijcima, a ne zavarivanjem.



Slika 7. Traktorska kabina Siac 5BAS

Kao primer drugog pravca, kada struktura ima samo zaštitnu funkciju, najčešće služe izvođenja kabina i zaštitnih uređaja na šumskim traktorima. Kabina predstavlja strukturu izrađenu od pravougaonog standardnog profila. Struktura se sastoji od šest vertikalnih stubova, čiji su gornji krajevi spojeni krovom koji je na njih zavaren. Donji krajevi vertikalnih stubova strukture vijcima su pričvršćeni za platformu rukovaoca. Oni obrazuju jedinstvenu konstrukciju.

Kombinovani uređaj u kome struktura ima zaštitnu i delimično noseću funkciju za zatvorenu konstrukciju kabine, prikazan je na Slici 8. Kruta struktura sa 4 vertikalna stuba ima dva poprečna rama, kruto učvršćena na šasiju traktora. Prednji deo gornjeg panela kabine vezan je sa sredinom poprečne grede prednjeg rama šarkom, koja obezbeđuje mogućnost naginjanja kabine u dve uzajamno upravne ravni. Zadnji deo gornjeg panela kabine, preko prigušnog elementa spojen je sa poprečnom gredom zadnjeg rama. Pored toga, zadnji donji uglovi kabine oslanjaju se na amortizere, koji su spojeni sa kosturom traktora. Zahvaljujući takvom oslanjanju kabine postiže se ublažavanje udara koji deluju na zaštitnu strukturu, kao i ublažavanje naginjanja u horizontalnim i vertikalnim ravnima. Takav spoj kabine sa strukturom dozvoljava, u slučaju potrebe, brzo postavljanje kabine na traktor, opremljen zaštitnim uređajem.



Slika 8. Kombinovana traktorska kabina Siac 2BAS

Zaštitna kabina se nekad izrađuje u obliku zasebnih, međusobno spojenih panela s oblogom. Svaki panel ima svoju noseću strukturu od valjanog kutijastog preseka sa ispustom na koji je zavarena oplata. Za zaptivanje kabine, među dodirne strane panela umeću se elastični umeci. Strukture se spajaju vijcima, koji se posle postavljanja osiguravaju. Posle toga, kada su paneli međusobno učvršćeni ugaonicima, spaja se unutrašnja oplata sa nosećom strukturom.

Tehnološko izvođenje kabina

Danas se u svetu primenjuju različite tehnologije izrade zaštitnih struktura i kabina. Međutim, najzastupljenija su sledeća tri načina tehnologija izrade:

- od presovanih elemenata;
- strukturno, od profilisanog i pločastog valjanog materijala;
- kombinovano, korišćenjem valjanih i presovanih elemenata.

Kao primer kabine od presovanih elemenata daje se kabina za traktore firme "Mauser" /5/. Glavni elementi kabine (Slika 9.) izrađeni su presovanjem čeličnog lima debljine 1 do 1.25 mm. Korišćen je hladnovaljani ugljenični čelik s minimalnom granicom tečenja 280 MPa. Presovani elementi zavareni su u čvorove: prednji, levi i desni bočni panel; poklopac; levi i desni stub; zadnji panel; levi i desni pragovi. Krutost kabine obezbeđuje se spajanjem tačkastim zavarivanjem dva (unutrašnji i spoljašnji) panela u jedan kutijasti presek.



Slika 9. Kabina traktora firme "Mauser"

Zasebni elementi i cela kabina (iz gotovih čvorova) zavaruju se na specijalnim uređajima. Takva tehnologija obezbeđuje visoku tačnost i kvalitet izrade, pri relativno niskoj ceni. Vrata, poklopac otvora i zadnji prozor pričvršćuju se na telo kabine pomoću šarki. Kabina se oslanja na kostur traktora preko četiri gumena prigušna elementa cevastog oblika.

Presovanu konstrukciju ima i traktorska kabina firme "Bosal" (Slika 10.) /4/. Kabina se sastoji od prednjeg, bočnih i zadnjeg zida i krova. Svaki od panela je izrađen od presovanih elemenata, zavarenih po obodima. Paneli spojeni među sobom formiraju strukturu s elementima kutijastog preseka, što obezbeđuje visoku krutost. Struktura se postavlja na osnovu kabine, koja je takođe presovani element koji obuhvata pod, bočne i zadnje zidove, krila i oblogu komandne table.



Slika 10. Traktorska kabina firme "Bosal"

Strukturno izvođenje primenjeno je kod kabine traktora Renault CERGOS (Slika 11.) /6/. Struktura kabine ima sa svake strane po tri vertikalna stuba spojena na vrhu i na dnu poprečnim i uzdužnim gredama, koje formiraju otvore za prozore i vrata. Zadnji vertikalni stubovi i noseći elementi (kabina je pričvršćena na kućište zadnjeg pogonskog mosta) izrađeni su od profila preseka 40x60x5 mm, a ostali od profila preseka 40x40x5 mm. Vertikalni stubovi spojeni su sa poprečnim i uzdužnim gredama nosačima. Vertikalni stubovi i grede zavaruju se na nosače. Poklopac se pričvršćuje za strukturu pomoću četiri vijka.



Slika 11. Strukturno izvođenje kabine traktora Renault CERGOS

Kombinovano izvođenje imaju kabine traktora "Case IH" serije JXU, kabine "Siac" 2BAS (Slika 8.), kabina traktora firme "New Holland" serije TND-A i TNS-A /7/, kao i kabine traktora "IMR"

R90 i R135 /12/.

U osnovu poslednje kabine stavljena je struktura od šest stubova (Slika 12.). Prednji i centralni vertikalni stubovi zavareni su uzdužnim "U" profilima.

Ovi elementi u vezi sa poprečnim elementima, koji spajaju dva prednja i dva zadnja vertikalna stuba, sačinjavaju osnovu krova. Donji deo skeleta dobija se zavarivanjem donjih krajeva šest vertikalnih stubova sa elementom "U" profila.



Slika 12. Kombinovano izvođenje kabine traktora IMR R90

Korišćenje standardnog ili gotovog specijalnog profila u strukturnim izvođenjima omogućava da se dobiju znatne prednosti u poređenju sa kabinama od presovanih elemenata:

- moguće je smanjenje mase kabine na račun primene polimernih materijala za ograđujuće panele;
- koeficijent iskorišćenja materijala dostiže 0.9, što dozvoljava da se smanji za 30 do 40 % utrošak materijala po jednoj kabini.

U nedostatke kabina ovog tipa može se svrstati velikasloženostizradei automatizacije zavarivanja u poređenju sa presovanim i zavarenim elementima kabine, gde se prvenstveno koristi tačkasto zavarivanje. Izbor jednog ili drugog tipa kabine zavisi od masovnosti proizvodnje i korišćene opreme u proizvodnji.

Važno je istaći da dva pomenuta domaća proizvođača, "IMT" i "IMR", dosta pažnje posvećuju upravo zaštitnim strukturama, imajući u vidu njihov uticaj na bezbednost rukovalaca. Razvijene su i sasvim nove konstrukcije kabina, koje po konceptu i karakteristikama čvrstoće u potpunostizadovoljavajusvekriterijumepropisane regulativom. Čak se radi i na usavršavanju kabina za stare tipove traktora, sa tendencijom uvođenja obaveze ugradnje kabina i zaštitnih

struktura i na ovu, veoma veliku, grupu traktora. Time bi se na najadekvatniji način postigli efekti smanjenja nezgoda sa fatalnim posledicama. Jedan od primera kabine starijeg tipa traktora je kabina traktora "IMT" 569, predstavljenog na Slici 13 /13/.



Slika 13. Izvođenje kabine traktora IMT 569

Na kraju još treba napomenuti da je danas sve prisutniji i dizajn i izgled samog vozila. Zaštitne strukture više nisu ono što su nekad bile. Danas su to savremene "kuće na točkovima", u kojima postoji grejanje, hlađenje, klimatizacija, zvučna izolacija, muzički uređaji, kompjuteri, u potpunosti je pažnja posvećena ergonomskim zahtevima, komande su lako dostupne i jednostavne (Slika 14.).



Slika 14. Izgled unutrašnjosti kabine traktora

METODE ISPITIVANJA ZAŠTITNIH STRUKTURA TRAKTORA

Metode ispitivanja zaštitnih struktura definisane su nacionalnim i međunarodnim standardima i propisima. Prema tim standardima, definisana su statička i dinamička ispitivanja zaštitnih struktura, kao i uslovi za prihvatanje dobijenih rezultata /2/.

Statička ispitivanja obavljaju se prema sledećim standardima i zahtevima: JUS M.L1.406, OECD

Kod 4, ISO 5700 i EEC direktiva 79/622. Osnova statičkih ispitivanja je na energiji koju je zaštitna struktura u mogućnosti da apsorbira. Ukupna zahtevana energija direktno je u funkciji mase traktora propisane od strane proizvođača. Kriterijumi za ocenu zaštitne strukture direktno su vezani za to da li je tokom ispitivanja došlo do narušavanja tzv. bezbednosnog prostora, tj. zone unutar kabine koja predstavlja prostor sigurnosti rukovaoca. Ukoliko bezbednosti prostor ni u jednom trenutku tokom ispitivanja nije narušen nekim od elemenata traktora ili zaštitne strukture, smatra se da je struktura zadovoljavajuća.

Dinamička ispitivanja obavljaju se na osnovu sledećih standarda i zahteva: JUS M.L1.405, OECD Kod 3, ISO 3463. Za razliku od statičkih ispitivanja, ovde osnovu ispitivanja čini dinamički udar klatnom u određene delove kabine i pod određenim, jasno definisanim uslovima. I ovde su kriterijumi direktno vezani za narušavanje bezbednosnog prostora, uz istovetan kriterijum kao kod statičkih ispitivanja.

Bez obzira koja serija standarda da se usvoji za ispitivanje, kao uslov za prihvatanje odgovarajuće zaštitne strukture smatra se dovoljnim sprovođenje ili statičkih ili dinamičkih ispitivanja, kao potpuno ravnopravnih. Međutim, i statičke i dinamičke procedure ispitivanja imaju i svojih pozitivnih i negativnih strana.

Statička ispitivanja su u principu pogodnija za izvođenje, jer se sam proces ispitivanja može u potpunosti držati pod kontrolom, uz mogućnost zaustavljanja i nastavljanja ispitivanja u bilo kom trenutku. Dobija se tačna slika porasta deformacije sa porastom sile, tako da se tačno u svakom trenutku može znati nivo apsorbirane energije. Takođe, može se pratiti ponašanje konstrukcije tokom ispitivanja, što je od presudne važnosti za proces projektovanja.

Dinamička ispitivanja, s druge strane, traju znatno kraće od statičkih. Osnovni nedostatak dinamičkih ispitivanja je nemogućnost praćenja ponašanja zaštitne strukture tokom ispitivanja, već imamo samo gotov rezultat ispitivanja. To znači da nismo u mogućnosti da uvidimo neke od nedostataka na konstrukciji, što pri korekcijama može dovesti do predimenzionisanja zaštitne strukture. Ipak, dinamička ispitivanja predstavljaju upravo ono što se stvarno događa prilikom prevrtanja traktora, tako da se rezultati dobijeni na ovaj način smatraju validnijim za konačnu ocenu o prihvatanju zaštitne strukture.

Najbolji način, u svakom slučaju, predstavlja da se prvo simulacijom dođe do modela zaštitne strukture, koja bi se zatim statičkim testovima proverila na ukupnu energiju koju može da apsorbira, a kao konačna verifikacija bilo bi sprovođenje dinamičkih ispitivanja. Na taj način bi se dobila apsolutno pouzdana zaštitna struktura, koja u svakom slučaju pozitivno utiče na bezbednost rukovalaca.

ZAKLJUČAK

Danas se posebna pažnja posvećuje bezbednosti rukovalaca traktora. To se najbolje može primetiti upravo na intenzivnom razvoju zaštitnih struktura i kabina traktora. Ugradnja zaštitnih struktura postala je obavezna u gotovo svim zemljama sveta, a kriterijumi čvrstoće strogo su propisani nizom standarda na svim nivoima /2/ (Ujedinjene nacije, Evropska unija, OECD standardi, nacionalni propisi, ...). Primena savremenih materijala i novih tehnoloških rešenja kabina dovela je do toga da one više ne budu "dodati" element, već predstavljaju integralni deo dizajna traktora.

Otišlo se i korak dalje, tako da se danas pored bezbednosnih aspekata, velika pažnja posvećuje udobnosti rukovalaca prilikom eksploatacije traktora. Više se ne može govoriti o kabini samo kao o zaštitnoj strukturi koja štiti rukovaoca u slučaju prevrtanja, već i kao o radnoj sredini u kojoj se rukovalac oseća prijatno u toku rada. Samim tim očekuju se i bolji rezultati, jer se zamor pojavljuje kao znatno manji faktor pri određivanju efikasnosti rukovaoca.

Domaći proizvođači su shvatili značaj savremenih trendova u gradnji radnih vozila i traktora, tako da intenzivno rade na savremenim rešenjima i njihovoj implementaciji na već postojeće i nove proizvode /3/. Opšte je mišljenje da u ovom delu motorne industrije možemo biti vrlo konkurentni u svetu i cenom i kvalitetom, što bi trebalo iskoristiti i uz maksimalno angažovanje postići zadovoljavajuće rezultate.

LITERATURA

- /1/ S. Mitić: Metode proračuna i ispitivanja kabina radnih vozila, Magistarska teza, Mašinski fakultet, Beograd, 2000;
- /2/ S. Mitić: Metode ispitivanja zaštitnih struktura poljoprivrednih traktora točkaša; Seminarski rad; Beograd; 1999;
- /3/ D. Janković, N. Janićijević, S. Mitić,

D.Radivojević i dr.: Ispitivanje zaštitne strukture na traktorima R90 i R135; Izveštaj br. MV 1378 - C 303/99; Mašinski fakultet, Laboratorija CIAH; Beograd; 1999;

- /4/ <http://www.bosal-sekura.com>;
- /5/ <http://www.mauser-cabs.at>;
- /6/ <http://www.buisard.fr>;
- /7/ <http://www.cnh.com>;
- /8/ <http://www.siac-cab.com>;
- /9/ <http://www.acc.org.nz>;
- /10/ John Myers, Karl Snyder, David Hard & other: Statistics and Epidemiology of Tractor Fatalities – A Historical Perspective; Journal of Agricultural Safety and Health, Vol. 4, No. 2; May 1998;
- /11/ <http://europa.eu.int/comm/transport/care/statistics/>;
- /12/ http://maksvr.virtualave.net/imr_bgd;
- /13/ <http://www.imt.co.yu>

THE INFLUENCE OF TRACTOR'S ROLL-OVER PROTECTIVE STRUCTURE TO INCREASED SAFETY OF OPERATORS IN EXPLOATATION

Safety parameters have very big importance during tractor exploitation. One of the most important elements of operators' safety in tractor exploitation are rollover protective structures and cabs. Different types of protective structures and cabs are fitted on tractors, depending of their type, design and category.

Different constructions of protective structures and cabs are presented in this paper, with basic characteristics and examples of fitting on tractors, as well as production process technologies.

More and more attention in the world today is paid for increase of operator's comfort in exploitation. Tractors became more pleasant places for work, because beside air conditioning system, music systems and noise protection, a lot of attention is intended to ergonomic requests and easy handling.

Domestic tractor producers accepted these modern trends and with its implementation to presented and new products they became competitive on the world market, helping to bring back the respect to our motor industry.

Key words: Protective Structures, Cabs, Safety, Ergonomy