

*VII simpozijum sa međunarodnim učešćem
"PREVENCIJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NA PUTEVIMA 2004"
Novi Sad, 14. i 15. oktobar 2004.*

UDK: 62-592

**RAZVOJ KOČNIH SISTEMA VUČNIH I PRIKLJUČNIH VOZILA U
SKLADU SA POZITIVNIM ZAKONSKIM PROPISIMA**

**DEVELOPMENT OF BRAKE SYSTEMS OF TOWING VEHICLES AND
TRAILERS ACCORDING TO POSITIVE REGULATIONS**

Mr Jasna Glišović, dipl. inž., asistent

Prof. dr Rajko Radonjić, dipl. inž.

Mr Danijela Miloradović, dipl. inž. asistent

Mašinski fakultet u Kragujevcu

Abstrakt: Kočni sistemi vučnih i priključnih vozila su se bazirali, poslednjih osamdesetak godina, uglavnom na komprimovanom vazduhu i to kako u prenosnom mehanizmu, tako i u sistemima za upravljanje kočnim sistemom. Nakon uvođenja elektronske kontrole u nekim bliskim oblastima, kao što je bila kontrola vazdušnog oslanjanja, nastao je ozbiljan proboj primene EBS (Electronically controlled Brake Systems) i u ovoj kategoriji vozila. Postavlja se pitanje, šta će u budućnosti biti pravci razvoja pneumatičkih kočnih sistema. Da li će se razvoj koncentrirati samo na oblasti elektronike ili je ostalo još važnih zadataka u oblasti razvoja pneumatičkih komponenti čije će rešavanje doprineti povećanju bezbednosti teretnih vozila, a time i povećanju bezbednosti saobraćaja na putevima.

KLJUČNE REČI: KOČNI SISTEMI, VUČNA, PRIKLJUČNA VOZILA, ZAKONSKI PROPISI

Abstract: In last 80 years, brake systems of towing vehicles and trailers had been mainly based on compressed air, both for transfer mechanisms and for systems for brake control. After electronic control systems have been introduced in some close areas, like air suspension control, serious brake through of application of EBS (Electronically controlled Brake Systems) occurred in this vehicle category also. The question is: what are the directions in development of pneumatic braking systems in the future? Will development be focused only on electronics or there are still some important tasks in the area of pneumatic components' development, which solution will contribute to the increase in heavy vehicles' safety and, consequently, to the increase of road traffic safety?

KEY WORDS:BRAKE SYSTEMS, TOWING VEHICLES, TRAILERS, REGULATIONS

1. UVOD

Razvoj motornih vozila pokazuje tendenciju poboljšanja pogonskih karakteristika vozila, a time i brzine kretanja. S druge strane težnja za povećanjem ukupnih težina teretnih vozila je posebno naglašena. U suštini oba slučaja znače povećanje kinetičke energije vozila, koju u procesu kočenja treba gušiti u izvršnim organima kočnog sistema vozila-kočnicama. Svakako

da ovo predstavlja dalje povećavanje zahteva koji se postavljaju pred kočne sisteme motornih vozila. Pored toga u pojedinim zemljama došlo je do usvajanja propisa o kočnicama koji zahtevaju vrlo stroge karakteristike efikasnosti i pouzdanosti kočnih sistema zbog sve većih potreba za povećanjem bezbednosti saobraćaja na putevima. Smatra se da će za mnoga vozila sa doboš kočnicama biti veoma teško da zadovolje zahteve zbog pojave fading-a ili gubljenja pravca kretanja vozila. Shodno ovim zahtevima, poklonjena je puna pažnja razvojnim aktivnostima disk kočnica i njihovom daljem usavršavanju, tako da se određeni broj prikladnih rešenja pojavio na tržištu. Izvedena su vrlo efikasna i pouzdana rešenja disk kočnica sa diskovima relativno malih dimenzija, koje mogu da guše velike kinetičke energije, tj. da se izlože visokim topotnim i mehaničkim opterećenjima, što uslovjava primenu posebnih i vrlo skupih materijala za izradu diskova i frikcionih pločica.

Kočni sistemi teških teretnih vozila su se poslednjih 80 godina uglavnom bazirali na komprimovanom vazduhu kao radnom fluidu i fluidu za upravljanje kočenjem. Prednosti korišćenja komprimovanog vazduha izgleda da su prevagnule nad nedostacima, a sa druge strane već duže vremena nije postojala realna alternativa koja bi promenila status quo. Početkom osamdesetih uvođenje ABS sistema u kategoriju teretnih vozila bio je prvi znak da elektronsko upravljanje može da se takmiči sa klasičnim pneumatičkim sistemima. Posle ulaska u neke srodne sisteme kao što je kontrola sistema elastičnog oslanjanja, serijsko uvođenje elektronski regulisanog kočnog sistema -EBS predstavljalo je zaista veliki prodor u ovoj oblasti. Može se postaviti pitanje šta će biti budućnost pneumatičkih kočnih sistema? Da li je ostalo nešto da se razvija ili se stiglo do kraja priče i treba li se definitivno fokusirati samo na razvoj elektronike.

Veliki broj zahteva koji se postavljaju pred kočne sisteme savremenih motornih i priključnih vozila regulisan je zakonskim dokumentima, pravilnicima i propisima sa obaveznom primenom i u našoj zemlji. Pored toga, na kočne sisteme i njihove karakteristike odnosi se i niz standarda i normi. Osnovne zahteve koji se odnose na kočne sisteme motornih i priključnih vozila u našoj zemlji utvrđuje najpre Zakon o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima, odnosno Pravilnik o uredajima, opremi, dimenzijama i ukupnim težinama. Posebnu važnost ima Pravilnik ECE-13, koji utvrđuje jednoobrazne propise za homologaciju vozila u odnosu na kočenje i koji je obavezan za primenu i u našoj zemlji. Pravilnik definije uslove koje moraju da zadovolje motorna i priključna vozila. Pored kriterijuma minimalnih zahteva, pravilnik ECE-13 utvrđuje i metodologiju ispitivanja. Ovaj pravilnik posredno deluje na karakteristike bezbednosti sistema za kočenje.

2. TRENDI RAZVOJA KOČNIH SISTEMA TERETNIH VOZILA

Današnja teretna vozila se, čak i u poređenju sa vozilima koja im neposredno prethode, u potpunosti razlikuju. Uvođenje međunarodnih pozitivnih propisa koji definišu kočna svojstva vozila i parametre bezbednosti dovelo je do razvoja kočnih sistema teretnih vozila visoke pouzdanosti (mogućnost pojave neispavnosti svedena je na minimum), povećane efikasnosti i sa mogućnošću regulacije sile kočenja u zavisnosti od opterećenja (ALB) i uslova kontroliranja točka (ABS).

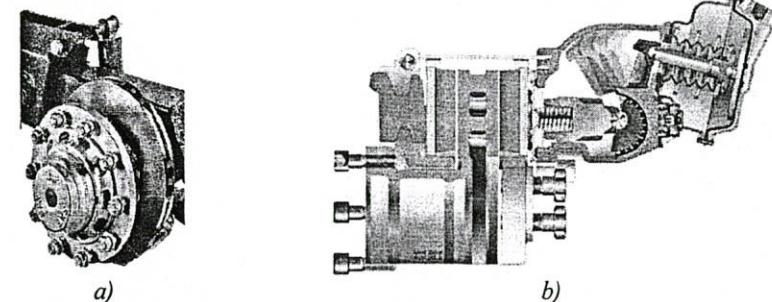
2.1. Primena pneumatički aktiviranih disk kočnica-ADB (air operated disc brake)

Mali put kočenja, otpornost na pojavu fading-a i veće termičko odvođenje su glavne prednosti disk kočnica. Ove karakteristike zajedno sa veoma malom razlikom desni/levi točak daju osećaj komfora i stepen sigurnosti koji ranije nije dostignut na teretnim vozilima. Sve ovo je dovelo do tehničkog progresa u pogledu snage motora koji se primenjuju na teškim teretnim

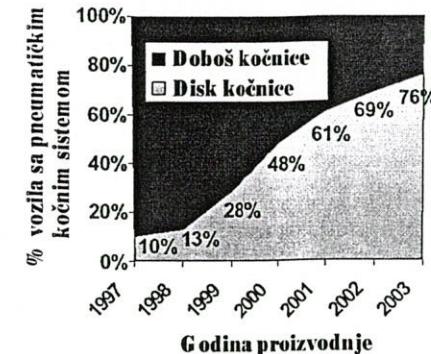
vozilima. Poslednjih godina pojavile su se znatno bolje mehanički, odnosno pneumatički komandovane disk kočnice. Njihovo uvođenje na tržište je bilo preduslov formiranja dobrog dugoročnog koncepta za kočne sisteme privrednih vozila tj. elektronsko upravljanje i pneumatičkih prenosni sistem i rad. Dve karakteristike ADB kočnica imaju najveći značaj:

- precizno i stabilno funkcionisanje disk kočnice,
- primenljivost uobičajenih kočnih izvršnih organa.

Kao ilustracija trendova razvoja kočnih mehanizama prikazane su SAF (slika 1a) i KNORR-Bremse (slika 1b) disk kočnice ugrađene u elektronski pneumatički kočni sistem. Kočnica SAF se ugrađuje u vozila Mercedes-Benz marke Actros ukupne mase od 14 do 19t sa tri i četiri osovine, kao i na teglače i vozila sa pogonom na svim točkovima preko 3.5t ukupne mase. Prvu generaciju disk kočnica firme KNORR-Bremse karakteriše: kočni cilindri su direktno montirani na kočnici, tako da nema pomeranja (klizanja) unutar zaprivenog radnog mehanizma; u osnovi osovinski položaj cilindara, stoga mogućnost dobre kombinacije sa opružnim cilindrima; potiskivanje primarne kočne pločice u dve tačke, stoga nema neravnomernog istrošenja obloge. Razvoj druge generacije disk kočnica iste firme zasnovan je na principu integrisane stege. Prednosti ovog rešenja su: proizvodna cena je smanjena integrisanim kućišta u stezi, nema više visoko napregnutih zavrtnjeva, smanjen je potreban prostor i težina.



Slika 1: Disk kočnice SAF i KNORR-Bremse u elektronskim pneumatičkim kočnim sistemima



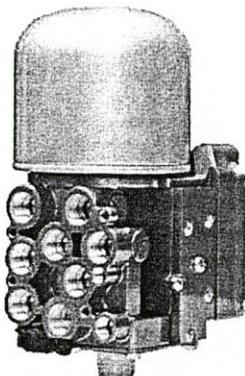
Trend sve dominantnije primene disk kočnica na teretnim vozilima sa pneumatičkim prenosnim kočnim sistemom poslednjih godina u Evropi prikazan je na slici 2.

Slika 2: Trend primene disk kočnica na teretnim vozilima sa pneumatičkim kočnim sistemom u Evropi

2.2. Razvoj pneumatičkih komponenti kočnih sistema

Ako se vratimo kroz istoriju kočnih sistema privrednih vozila u poslednjih 30 godina pneumatika je pokušavala da ispunи sve komplikovanije zahteve. Posledica toga je bio složen kočni sistem, koji se sastoji ponekad od 20÷30 različitih komponenti, što dovodi do dugog lanca obrade pneumatskih informacija, velikog histerezisa, teškog pregleda sistema, održavanja, dijagnostike i popravke sistema, a opet sa malom mogućnošću adaptacije. Međutim, uvođenje ABS i kasnije ASR sistema uvelo je elektronska upravljačka kola u sistem, ali oni su ostali dodatni sistemi koji su doneli relativno dugačko upravljačko kolo u kočni sistem. Posebno interesantna oblast gde je elektronika suprostavljena pneumatici su sistemi snabdevanja komprimovanim vazduhom teških teretnih vozila.

Kako se već primenjuju (npr. MAN TGA-kamion 2001. godine) i postoji intenzivan budući razvoj u polju elektronske pripreme vazduha (slika 3), može se reći da je revolucionarni proces započeo.

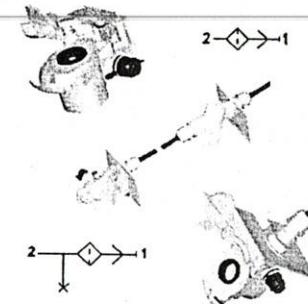


Slika 3: Elektronska jedinica za snabdevanje komprimovanim vazduhom [2]

S druge strane treba pogledati rezultate razvoja klasične opreme za snabdevanje vazduha, s obzirom da je druga polovina 90-tih donela značajan razvoj u ovom pogledu. Praktično paralelno sa uvođenjem EBS sistema, pojavila se integrisana jedinica za obradu vazduha (APU) u kočnim sistemima koja objedinjava sušač vazduha, četvorokružni zaštitni ventil, jedan ili dva ventila za ograničavanje pritiska, nekoliko kontrolnih ventila i elektronske senzore pritiska ako je neophodno. Sušači vazduha visokog pritiska sadrže čak i ventil za punjenje pneumatika. Na ovaj način proizvođači vozila imaju mogućnost da montiraju jednu visoko integriranu komponentu, čime se smanjuju potrebna uklapanja, broj cevi, veznih elemenata itd.

Drugi razvojni korak morao je biti napravljen promenom pravilnika ECE 13.08 koji je zahtevao da ako se jednom aktiviraju, opružne kočnice ne smeju da se otpuste osim ako postoji nivo pritiska u rezervoarima radnog kočnog sistema za postizanje zaostalih kočnih performansi. Novo rešenje nudi ne samo potrebne karakteristike sigurnosti, već uvodi tehnološke promene (npr. veće korišćenje plastičnih ventila nego ranije).

Snabdevanje vazduhom priključnog vozila se ostvaruje već decenijama preko dve spojničke glave i linijskih filtera iza, tj. jedne linije za snabdevanje, a jedne za upravljanje kočenjem priključnog vozila. Broj linija se trenutno ne menja, jer pravilnik ECE 13 ne dozvoljava ukidanje upravljačke linije iako postoji elektronska (CAN) veza između EBS sistema vučnog i priključnog vozila.



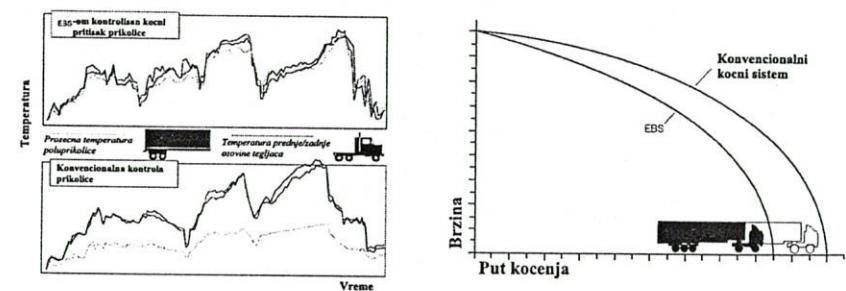
Iz ovog razloga KNORR-Bremse je uveo patentirano rešenje za komponentu koja objedinjava spojničku glavu prikolice i linijski filter (slika 4), čime proizvođači vozila dobijaju na uklapanju, broju cevi i instalaciji. Druga važna karakteristika ovog rešenja je da je pristup linijskom filteru mnogo lakši i mnogo su manje šanse da će postojati problemi u kočnom sistemu prikolice zbog zapašenja filtera.

Slika 4: Kombinovane spojničke glave - poređenje linijskog filtera sa konvencionalnim rešenjem [2]

2.3. ELEKTRONSKI REGULISANI KOČNI SISTEMI (EBS)

Rastom tržišta u transportnoj grani stalno su se povećavali zahtevi za kočne sisteme konvencionalnih vučnih i priključnih vozila. Od savremenih privrednih vozila se danas očekuje da ona rade pouzdano, efektivno, komforno i ekološki. Uvođenje elektronski regulisanog kočnog sistema na vučna i priključna vozila, je korak ka zadovoljenju tih visokih zahteva. Prednosti EBS kočnog sistema:

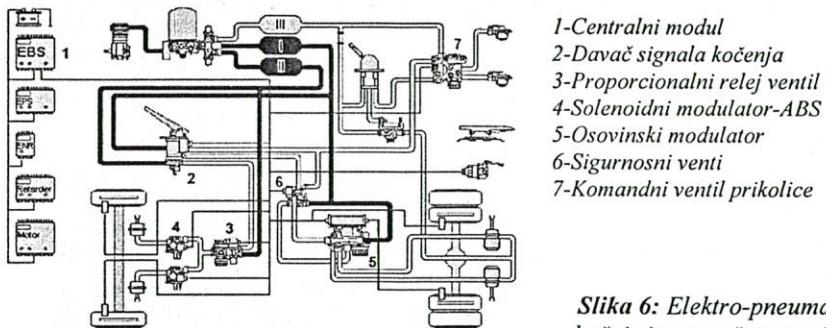
- Optimalna sinhronizacija kočnih sila između vučnog i priključnog vozila.
- Skraćena vremena aktiviranja i istovremeno aktiviranje kočnica točkova u celom vučnom vozlu. Elektronskom regulacijom pritiska može da se poboljša vremensko ponašanje, a time i skraćenje zaustavnog puta i povećanje stabilnosti vozila celog vučnog voza (slika 5).
- Uvođenje elektronske ALB regulacije (automatska regulacija sile kočenja u zavisnosti od opterećenja) a time i zamena pneumatskih ventila.
- Redukovanje pojedinačnih komponenti kao i njihovih veznih elemenata (npr. izbacivanjem ALB-regulatora, proporcionalnog i ventila za ograničenje pritiska kod prikolice sa rudom).
- Proširenje mogućnosti dijagnostikovanja za kompletan kočni sistem.



Slika 5: Uporedni prikaz procesa kočenja vučnog i priključnog vozila sa konvencionalnim i EBS sistemom [1]

EBS sistem vučnog vozila (slika 6) se sastoji od: generatora kočne sile koji koristi silu na komandnoj pedali da bi se generisala električna i pneumatička referentna vrednost za

usporenje, proporcionalnog relejnog ventila za regulaciju kontrolnog pritiska na prednjoj osovinu sa ABS solenoidnim modulatorima, osovinskog modulatora koji reguliše kontrolni pritisak na zadnjoj osovini, elektro-pneumatičkog komandnog ventila prikolice koji reguliše pritisak ka prikolici, digitalnog interfejsa za prikolice sa EBS, centralnog modula za upravljanje funkcijama kako bi se kontrolisao pritisak na prednjoj osovini i za prikolicu, za ocenu signala od davača i za komunikaciju sa drugim vozilima u sistemu. Odgovarajuće vrednosti kočnih sila na osovinama i prikolici se postižu raspodelom kočnih sila koja se prilagođava opterećenju i kočnom kapacitetu prikolice. Na ovaj način je obezbeđena sinhronizacija čak iako se kombinacija vučno/priklučno vozilo često menja.



Slika 6: Elektro-pneumatički kočni sistem vučnog vozila[1]

3. ZAKLJUČAK

Teretna vozila su proteklih decenija koristila komprimovani vazduh kao izvor energije, kao i za upravljanje radom sistema. Vozач je izražavao potrebu za kočenjem pritiskom na komandnu pedalu, i njegov zahtev je prenošen do kočnog cilindra preko više podistema ventila kako bi se postigla željena kočna sila na osovinama. Zbog ove činjenice sistem ima veliko vremensko kašnjenje i teško je postignuti optimalnu kontrolu klasičnog pneumatičkog kočnog sistema. Rešenje raspodele kočnih sila prema opterećenju u pneumatičkom sistemu je teško ostvariti. Tradicionalni proporcionalni relejni ventili rade na osnovu statičke deformacije zadnjeg sistema elastičnog oslanjanja, ali nisu u stanju da kompenzuju dinamičku raspodelu opterećenja između prednje i zadnjih osovin, što može dovesti do blokiranja točkova ili prevremene intervencije ABS sistema na zadnjoj osovini. Dalji problem je stanje kočnog sistema priključnog vozila. Loše stanje kočnog sistema na priključnom vozilu mora da kompenzuje vučno vozilo, što dovodi do većeg habanja kočnih obloga i pregrevanja kočnog sistema vučnog vozila. Kako EBS sistem zadržava komprimovani vazduh kao prenosni medijum, da ne govorimo o ulozi rezervnog sistema, još uvek postoje zadaci za timove stručnjaka iz oblasti pneumatike.

LITERATURA

- [1] Electronically Controlled Braking Systems, Wabco, Germany, 1998.
- [2] Szőcs K.: Status of pneumatic braking system development, Knorr-bremse Fékkrendszer Kft
- [3] Palkovics L.: Intelligent electronic systems in commercial vehicles, Intelligent chassis systems in commercial vehicles, Knorr Bremse Systems for Commercial Vehicles
- [4] Ganaway G.: Air Disk Brake Production, Use & Performance, Arvin Meritor, NDIA Tactical Wheeled Vehicles Conference, Monterey, California, January, 2002.