

**TEHNIČKA EKSPLOATACIJA AUTOMATSKIH MENJAČA U MOTORNIM VOZILIMA
TECHNICAL EXPLOITATION OF AUTOMATIC TRANSMISSION IN MOTOR
VEHICLES**

Srđan Nikačević, Jovan Dorić, Marko Vilotić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je urađena analiza tehničke eksploatacije automatskih menjača u putničkim vozilima, njihovog održavanja i reparacije.

Ključne reči: *Automobilska transmisija, automatski menjači, eksploatacija automatskih menjača, održavanje automatskih menjača*

Abstract – *This paper presents the analysis of automatic transmission systems in automotive applications, their maintenance and repairing.*

Keywords: *Automotive transmission, automatic transmission, exploitation of automatic transmission systems, repairing of automatic transmission*

1. UVOD

Svakom vozilu, radnoj mašini ili pogonu, pogonjenim motorom SUS potrebna je neka vrsta reduktora, odnosno transmisije. Ova potreba dolazi iz radne karakteristike motora SUS, koja u osnovi nije prikladna onome čemu je namenjena, što je u slučaju vozila primarno stvaranje potrebne snage za pogon točkova i kretanje vozila.

Uloga transmisije jeste da pretvara moment i broj obrtaja motora u skladu sa potrebom na izlazu, u slučaju vozila to zavisi od samog vozila, puta, okoline i samog vozača. Različiti prenosnici snage razlikuju se po svojoj funkciji i svrsi, u putničkim vozilima se najčešće koriste višestepeni menjači u ulozi reduktora.

Shodno naretku tehnologije, kao i rastu potrebe za komforom u vožnji, na tržištu se sve više koriste tipovi menjača sa automatskom promenom stepena prenosa. Kako su s vremenom rasli zahtevi transmisije u vozilu pojavljivali su se različiti vidovi transmisije sa automatskom ili kontinualnom promenom stepena prenosa, kao što su AMT, DCT i CVT. Iako se među različitim regijama sveta razlikuju potražnje na tržištu transmisije, na svetskom nivou automatski menjači i dalje čine više od pola tržišta, ne uključujući manualne menjače [1].

Generalno gledano svaki proizvod da bi bio kompetitivan mora da bude odgovarajući za određenu namenu, da ima dobar odnos cene i kvaliteta, da bude lak za upotrebu i ne zagađuje okolinu. Kroz ove zahteve automatski menjači treba da budu konstruisani za prenos određenog obrtnog

momenta i za upotrebu u određenim stilovima vožnje, da pozitivno utiču na potrošnju goriva i da budu kompetitivni po svojoj ceni [2].

Rani kvarovi ili prerana potreba za izmenom zamenskih delova automatskog menjača loše utiču na ekonomsku efikasnost kao i udobnost i samim tim smanjuju kompetitivnost menjača na tržištu. Životni vek B10 menjača u putničkim vozilima bi trebalo da bude veći od 150.000 pređenih kilometara [2]. Naravno preduslov da određeni menjač dostigne svoj živečni vek su propisana redovna održavanja i izmena zamenskih delova menjača.

Osnovni cilj rada je analiza eksploatacije automatskih menjača u praksi, sa fokusom na njihovom redovnom održavanju i reparaciji. Istraživanje je rađeno u praksi u radionici za popravku i održavanje automatskih menjača Garage021 u Novom Sadu.

2. KONSTRUKCIJA AUTOMATSKIH MENJAČA

U osnovi automatski menjač se sastoji iz hidrodinamičkog transformatora obrtnog momenta, planetarnih prenosnika i sistema za kontrolu promene stepena prenosa. Različite kombinacije prenosnih odnosa, različiti stepeni prenosa, postižu se preko HDTOM (hidrodinamički transformator obrtnog momenta) i različitih mogućnosti uparivanja zupčanika. Kontrola nad promenom stepena prenosa vrši se hidrauličkim putem, preko niza ventila, koji upravljaju različitim spojnicama i kočnicama time uparujući različite delove planetarnih zupčanika. Hidraulički sistem je kontrolisan od strane elektronskog sistema, putem ECU i niza senzora. Dva osnovna parametra za kontrolu automatskog menjača su broj obrtaja i opterećenje (praćeno preko položaja papučice gasa).

Konstrukcija i kontrola automatskog menjača mogu se podeliti u četiri osnovna elementa/sistema [1]:

1. Hidrodinamička transmisija. Postoje dva moguća rešenja: hidraulička spojnica i hidrodinamički transformator obrtnog momenta. Najčešće rešenje je HDTOM.
2. Mehanička transmisija. Sastoji se od planetarnih prenosnika i mehaničkih elemenata za promenu stepena prenosa (višelamelaste spojnice, pojasne kočnice i jednosmerna kvačila) koji vrše ulogu uparivanja različitih zupčanika.
3. Sistem hidrauličnog upravljanja. Sastoji se u osnovi od hidraulične pumpe, glavnog regulacionog ventila, prigušnih ventila i elektro-hidrauličkih proporcionalnih ventila. Za ulogu ima kontrolu nad menjačem, ali i podmazivanje i hlađenje elemenata menjača.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Boris Stojić, vanr. prof.

4. Sistem elektronskog upravljanja. Sastoji se iz tri celine, a to su: senzori, elektronska kontrolna jedinica (ECU) i aktuatori.

3. REDOVNO ODRŽAVANJE I SERVISI AUTOMATSKIH MENJAČA

Preporučeno vreme servisa razlikuje se u zavisnosti od proizvođača i uglavnom je referentni podatak broj pređenih kilometara vozila. Veliku razliku u učestalosti potrebnih servisa prave uslovi vožnje, kao i način vožnje automobila [1]. Opšte gledano servis automatskog menjača je potrebno raditi na otprilike 60.000 km, u slučaju većinski pogodnih uslova vožnje, koji podrazumevaju vožnju pretežno na autoputu i slično. Shodno težim uslovima vožnje, vreme potrebnog servisa se skraćuje. Ako se posmatra menjač na automobilu koji radi isključivo u teškim uslovima vožnje, kao što su na primer taksi vozila, preporuka je da se ovaj period duplo smanji na oko 30.000 km. U slučaju prosečnih gradskih vozača, preporuka je da se osnovno održavanje menjača obavlja na oko 45.000 km.

Redovno održavanje i servis podrazumeva zamenu ulja automatskog menjača, zamenu filtera ulja i zaptivača kartera. U poslednje vreme se sve više pojavljuju automatski menjači bez potrebe za održavanjem u predviđenom periodu eksploatacije. Praksa je u ovim slučajevima pokazala da menjači ove vrste svakako bez održavanja dosegnu svoj predviđeni životni vek, ali s druge strane redovno održavanje ipak doprinosi njegovom produženju i lepšem radu automatskog menjača.

Među modelima menjača, iako svi rade na istom principu, postoje značajne razlike, pa je za pravilno održavanje menjača uvek je potrebno pratiti uputstva data od strane proizvođača. Takođe je bitno uočiti da je moguće da isti model automobila ima drugi model menjača, stoga je pre bilo kakve intervencije potrebno prvo utvrditi tačnu marku i model menjača. U odnosu na tip menjača i uputstva proizvođača određuje se tip i količina ulja, potreban filter ulja i zaptivač kartera. U daljem tekstu poglavlja biće opisan servis menjača ZF 5HP19, na automobilu Audi A4 1.9 TDI (B5).

Prva stvar koju je potrebno uraditi je ispustiti ulje iz menjača. Da bi se olakšalo isticanje ulja, poželjno je da se ono ispušta na "vrućem motoru", što doprinosi nižoj viskoznosti i time lakšem isticanju. Za ispuštanje ulja iz menjača postoji predviđeni otvor zatvoren nekom vrstom zavrtnja. Neretko se dešava da postoje dva otvora, jedan za ispuštanje, drugi za dolivanje ulja, mada je češći slučaj da za obe svrhe postoji samo jedan otvor. Problem ispuštanja ulja kod automatskih menjača je što je u realnosti nemoguće ispustiti celokupnu količinu ulja iz menjača. Litra dve ulja, u zavisnosti od veličine, ostaje u HDTOM. Jedan deo ulja takođe ostaje zarobljen u sistemu za hlađenje, mada je ovu količinu ulja moguće ispustiti preko spoja menjača sa hladnjakom. Naravno određeni deo ulja ostaje u hidrauličkim cevovodima i elementima menjača. Ovo se svakako primeti iz činjenice da je ukupni uljni kapacitet menjača ZF 5 HP 19 približno 9 litara, a prilikom servisa zamenjeno je između 6 i 7 litara.

Nakon ispuštanja ulja moguće je skinuti karter i očistiti ga od prljavština i starog zaptivajućeg silikona. Po dnu

kartera raspoređeni su magneti sa skupljanje sitnih metalnih čestica iz ulja, u najčešćem slučaju nastalih trošenjem elemenata kao što su lamele spojnice i kočnica. Magnete je potrebno očistiti od metalne prašine kako bi se sprečila kontaminacija novog ulja prljavštinom.

Nakon što se na menjač se montira novi filter ulja, potrebno je karter zavrtanjskom vezom pričvrstiti za kućište. Na naleganju između kartera i kućišta postavlja se novi zaptivač i premazuje malom količinom zaptivajućeg silikona.

Sipanje ulja u automatske menjače je specifično iz nekoliko razloga. Prva stvar je staro ulje koje je ostalo u određenoj dozi zarobljeno u menjaču, čija količina varira u odnosu na više faktora, što uvodi problem potrebne količine novog ulja. Druga stvar je da se kod većine automatskih menjača otvor za dosipanje ulja nalazi sa donje strane menjača na karteru. Da bi se sipalo ulje u automatski menjač potrebna je određena vrsta "pumpe" uglavnom u vidu boce sa pumpom za vazduh. Problem sa promjenjivom potrebnom količinom ulja koju treba uliti u menjač rešava se konstrukcijom kartera i otvora za dosipanje ulja. Otvor za dosipanje je napravljen iznad najniže tačke na karteru, tako da je njegovom visiom određena količina ulja koja može da bude u karteru, ulje se sipa dok ne krene da curi nazad kroz otvor. Ulje se sipa u menjač do ove tačke, nakon čega se vozilo startuje, čime se pokreće menjač i svi hidraulički sistemi u njemu. Ulje kreće da cirkuliše unutar menjača i nivo ulja u karteru se spušta. U ovom momentu se nastavlja dosipanje ulja u menjač sve do tačke kada nivo ulja u karteru opet pređe visinu otvora za dosipanje i ne krene da curi nazad. Ovim pristupom sistemi u menjaču sigurno će imati dovoljnu količinu ulja za funkcionisanje, a potrebna rezerva ulja nalazi se u karteru.

Nakon završenog servisa potrebno je putem dijagnostike resetovati ECU menjača i OBD. Vozilo se nakon toga startuje i obavlja se test vožnja, u svim modovima menjača zasebno, radi provere mogućih problema i grešaka koje mogu da se jave.

4. REPARACIJA I MOGUĆI PROBLEMI U EKSPLOATACIJI AUTOMATSKIH MENJAČA

Reparacija automatskih menjača podrazumeva uklanjanje mogućih kvarova sistema automatskog menjača koji sprečavaju njegov pravilan rad. Uz redovno propisano održavanje preko 90% menjača nadživi svoj definisani životni vek bez potrebe za reparacijom [2], ali s druge strane zamenom "potrošenih" elemenata može se dalje produžiti životni vek menjača.

U većini slučajeva kvarova menjač počne sa malim smetnjama u toku rada, koje eksponencijalno rastu ako se problem ne ukloni. Ovakve smetnje u radu menjača se mogu uočiti tokom vožnje i ako se pojave potrebno je što pre ukloniti problem kako ne bi došlo do havarije. Najčešći problemi u radu automatskog menjača, sa njihovim uzrocima i rešenjima dati su u tabeli 1, a neki od čestih znakova problema u radu automatskog menjača su:

- nemogućnost promene SP ili promene moda menjača (D, N, R...),
- promena SP se dešava kasno ili dolazi do preskakanja nekih SP,

- proklizavanje menjača i rad motora na visokim obrtajima,
- curenje ulja iz menjača,
- miris paljenja iz menjača,
- zvuci kliktanja, zujenja i sl,
- vozilo nema pun intenzitet snage,
- paljenje check-engine lampice na OBD.

Tabela 1. Prikaz mogućih problema, uzroka i rešenja kod automatskih menjača

PROBLEM	UZROK	REŠENJE
CURENJE ULJA	Oštećen zaptivač kartera	Zamena zaptivača
	Oštećen karter	Zamena kartera
	Oštećeni semerinzi i zaptivne gumice	Zamena semeringa i zaptivnih gumica
	Curenje cevovoda ulja	Zamena cevovoda
	Otpušteni zavrtnjevi na karteru	Stezanje zavrtnjeva na karteru
	Greška na HDTOM	Zamena ili reparacija HDTOM
PREGREVANJE MENJAČA	Nedovoljno ulja u menjaču	Dosipanje ulja
	Pregorelo ili staro ulje	Zamenja ulja
	Zapušeni cevovodi ulja	Ispiranje ili zamena cevovoda
	Šlepanje, vruća klima	Obustavljanje vožnje, dodavanje fluida za hlađenje u sistem
	Defektivan solenoid	Zamena solenoida
KLIKTANJE ILI ZUJANJE	Nedovoljno ulja u menjaču	Dosipanje ulja
	Greška na HDTOM	Zamena ili reparacija HDTOM
PROKLIZAVANJE / NEMOGUĆNOST PREBACIVANJA MODA (D, N, R)	Nedovoljno ulja u menjaču	Dosipanje ulja
	Defektivan solenoid	Zamena solenoida
	Istrošeni zupčanci	Zamena zupčanika
	Potrošene ferode kočnica	Zamena kočnica
	Spaljene ili potrošene lamele spojnice	Zamena lamela
ODLOŽNA ILI NEREDOVNA PROMENA SP	Nedovoljno ulja u menjaču	Dosipanje ulja
	Pogrešna vrsta ulja u menjaču	Zamena ulja sa ispravnom vrstom ulja
	Pregorelo ili staro ulje	Zamenja ulja
	Defektivan solenoid	Zamena solenoida

Kao što se može primetiti u tabeli, moguć uzrok skoro svakog kvara na automatskom menjaču je manjak ulja u menjaču ili izgorelo i prljava ulje, ovo je uvek prva stvar koja se mora proveriti. Ulje je apsolutno neophodno za pravilan rad menjača, što sa strane podmazivanja elemenata, tako i sa strane hidrauličke kontrole i prenosa energije. Jedini način da se menjač instant uništi je rad bez ulja.

Jedan od najčešćih uzroka lošeg rada menjača su potrošene lamele spojnice i / ili kočnica, primeri prikazani na slici 1. S obzirom da i spojnice i kočnice rade na osnovu frikcije, neizbežno je da tokom rada dolazi do njihovog habanja i samim tim stanjivanja, naravno prljavština u ulju doprinosi ovom procesu. Pregrevanjem lamela dolazi i do njihovog krivljenja, dobijaju "šeširast" oblik.

Hidroblok automatskog menjača je sklop različitih ventila i delova cevovoda između njih. Radom hidrobloka ležišta njegovih pokretnih elemenata se habaju, ovo je daleko povećano u slučaju zaprljanog ulja. Ovo habanje dovodi do povećanja zazora između klipova i tela ventila, što dovodi do pada u pritisku i nepravilnog rada menjača. Ovo se u vožnji ogleda preko loše promene SP automatskog menjača. U slučaju dalje eksploatacije, zazor se povećavaju sve do havarije menjača. Reparacija

hidrobloka je moguća, ali je daleko bolje i relativno jeftinije rešenje kupovina novog zamenskog hidrobloka.



Slika 1. Primer ekstremno potrošenih lamela spojnice

Proklizavanje spojnice i loša ili nemoguća promena SP takođe mogu biti prouzrokovani lošim radom ventila sa solenoidima. U slučaju kvara solenoida ventil ostaje u nekom od svojih položaja i njegova kontrola na dalje nije moguća, što dalje znači da menjač neće moći da radi. U

slučaju lošeg rada solenoida, ne postoji opcija remonta, nego se uvek kupuju i ugrađuju novi zamenski solenoidi. Kako svaki menjač poseduje više ovakvih ventila, preporuka proizvođača je da se uvek menjaju svi solenoidi u isto vreme iako je greška samo u jednom.

Pogrešan rad HDTOM može se prepoznati kliktanjem ili zujanjem menjača u toku svog rada. Naravno većina grešaka u radu mogu se detektovati i putem eksterne dijagnostike. Radom menjača dolazi do habanja elemenata HDTOM kao i propadanja spojnice u njemu. Prosečan životni vek HDTOM je oko pređenih 200.000 km. Veliki problem, kada je ovaj element u pitanju, je činjenica da je sklop HDTOM nerastavljiv.

Da bi se uradio remont HDTOM potrebno je preseći njegovo kućište, zameniti lamele spojnice, i sastaviti ga opet putem zavarene veze. Prilikom sklapanja HDTOM potrebno je posebnu pažnju obratiti na saosnost dve polovine, u suprotnom dolazi do bacanja u toku rada HDTOM i na kraju do havarije. Drugi način rešavanja problema je naravno zamena starog sa novim fabričkim HDTOM.

Kad su u pitanju elementi mehaničkog sistema kao što su vratila, zupčanici, ležajevi i slično, retko kada dolazi do problema. Moguće je da mehanički elementi prenosa ne obavljaju svoj posao korektno, ali uglavnom je to samo posledica lošeg rada nekog od ostalih sistema.

Do lomova zubaca zupčanika ili drugih mehaničkih elemenata dolazi u slučaju fabričke greške, uglavnom zbog grešaka u materijalu elementa, prevelikog zazora u ležajevima ili u slučaju jako neodgovornog korišćenja automatskog menjača.

5. ZAKLJUČAK

Kao i kod svih mašina i mehanizama, redovno održavanje je ključno za pravilno funkcionisanje sistema. Shodno uskim tolerancijama sklopova menjača, kao i funkcionisanju hidrauličkog sistema, loš kvalitet ulja, njegova zaprljanost ili manjak ulja ekstremno loše utiču na rad i životni vek menjača. Loš kvalitet ulja ili neodgovarajuća vrsta ulja intenziviraju trošenje elemenata menjača, u nekim slučajevima čak dolazi i do apsolutnog prekida rada menjača. Zaprljanost ulja sitnim metalnim česticama dovodi do habanja hidrauličkih elemenata, povećanju njihovih zazora i time do kolapsa sistema.

Prljavo ulje ubrzava trošenje frikcionih elemenata kočnica i spojnice i dovodi do prerane potrebe za njihovom zamenom. Nedovoljna količina ulja dovodi do lošeg podmazivanja, umanjenog pritiska u hidrauličkom sistemu i time do lošeg rada menjača. Mala količina ulja ili staro i zaprljano ulje eksponencijalno ubrzavaju propadanje menjača i u ekstremnim situacijama dovode do havarije menjača.

Automatski menjač je umrežen sa ostalim sistemima i podsistemima vozila i u slučaju njegovog lošeg rada uvek se treba prvo uveriti i u ispravnost ostalih sistema pre analize samog menjača. Kako je menjač mehatronički sistem, detekcija uzroka problema se u najvećoj meri svodi na sisteme eksterne dijagnostike, bez koje nije moguće izvršiti reparaciju. S druge strane uz ovo, potrebno je veliko iskustvo kako bi se uz dijagnostiku pravilno detektovao i otklonio uzrok problema.

Reparacijom automatskih menjača uveliko im se produžava životni vek. Automatski menjači na putničkim vozilima, uz reparaciju, mogu da pređu i preko 400.000 km što je više nego duplo od njihovog projektovanog životnog veka. Zamesnski delovi automatskih menjača (lamele spojnice / kočnica, solenoid itd) lako mogu da se nađu na tržištu, po kataloškom broju proizvođača. S druge strane zamena ovakvih delova je vrlo odgovoran posao, pa cene reparacije menjača u nekim slučajevima starijih vozila znaju da prevaziđu cenu vozila i postaju neisplative.

Praksa je pokazala da su havarije kod automatskih menjača vrlo redak slučaj. Do havarija dolazi zbog trenutnog gubitka ulja u menjaču u toku njegovog rada ili ekstremno neodgovorne vožnje neodržavanog menjača. Do trenutnog gubitka ulja u menjaču može doći samo prilikom udara i fizičkog loma kućišta ili kartera menjača. U drugim slučajevima do havarija generalno dolazi nakon što je menjač prevazišao svoj životni vek, a nije na vreme odrađena potrebna reparacija menjača. Može se zaključiti da su automatski menjači, iako kompleksne konstrukcije, u eksploataciji veoma pouzdani i robusni, sa pozitivnim uticajem na ukupne performanse vozila, udobnos i sigurnost u vožnji.

6. LITERATURA

- [1] Yong Chen, "Automotive Transmissions – Design, Theory and Applications", Springer, 2021.
- [2] H. Nangunheimer, B. Bertsche, J. Ryborz, N. Wolfgang, "Automotive Transmissions – Fundamentals, Selection, Design and Application", Springer, 2011.
- [3] R. Ficher, F. Kucukay, G. Jurgens, R. Najork, B. Pollak, "The Automotive Transmission Book", Springer, 2015.
- [4] B. Stojić, N. Poznanović, D. Ružić, J. Dorić, "Drumska voila", Novi Sad, FTN

Kratka biografija:



Srđan Nikačević rođen je u Novom Sadu 1995. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinskog inženjstva – Razvoj protetičke noge koja omogućuje osobama sa amputacijom vožnju motocikla odbranio je 2019.god. kontakt: se.nika@uns.ac.rs



dr Jovan Dorić rođen je u Novom Sadu 1983. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2012. god, a od 2017 je zvanju vanredni profesor. Oblast interesovanja su motorna vozila i motori SUS. kontakt: jovan_d@uns.ac.rs



dr Marko Vilotić rođen u Novom Sadu 1979. god. Diplomom osnovnih i magistarskih studija, kao i doktorat stekao je na Fakultetu tehničkih nauka. Na Fakultetu tehničkih nauka (Katedra za tehnologije oblikovanjem i inženjstvo površina) radi kao docent. kontakt: markovil@uns.ac.rs