Utjecaj tehničkih preinaka na eksploatacijske značajke četverotaktnih motora

Strunjak, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:599706

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ivan Strunjak

UTJECAJ TEHNIČKIH PREINAKA NA EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE ČETVEROTAKTNIH MOTORA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

UTJECAJ TEHNIČKIH PREINAKA NA EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE ČETVEROTAKTNIH MOTORA

INFLUENCE OF TECHNICAL MODIFICATIONS ON EXPLOITATION FEATURES OF FOUR-STROKE ENGINES

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Goran Zovak

Student: Ivan Strunjak, 0135220862

Zagreb, 2015.

UTJECAJ TEHNIČKIH PREINAKA NA EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE ČETVEROTAKTNIH MOTORA

SAŽETAK

Tehničkim preinakama na određenim elementima poboljšavaju se eksploatacijske značajke četverotaktnih motora. Neke od eksploatacijskih značajki koje su opisane u radu su: snaga motora, radni obujam, zakretni moment, potrošnja goriva i potrošnja ulja. Za povećanje učinkovitosti motora i poboljšanje eksploatacijskih značajki razmatrane su preinake na usisnom sustavu, bregastom vratilu, sustavu za rashlađivanje motora te preinake na ispušnom sustavu. Izvođenjem tehničkih preinaka na elementima motora najviše se utječe na snagu motora i potrošnju goriva. Povećanjem snage motora omogućuje se lakše svladavanje otpora koji se javljaju prilikom kretanja vozila što izravno utječe na smanjenje potrošnje goriva. Cilj završnog rada je objasniti kako će i u kojoj mjeri izvođenje određenih tehničkih preinaka utjecati na eksploatacijske značajke četverotaktnih motora. Problem je što se nepravilnom izvedbom preinaka može narušiti ispravnost cjelokupnog sustava. Da bi se ostvario pozitivan učinak na eksploatacijske značajke potrebno je detaljno istražiti utjecaj preinaka određenih elemenata na cjelokupan sustav.

KLJUČNE RIJEČI: snaga motora; eksploatacijske značajke; ispušni sustav; četverotaktni motor; tehničke preinake

INFLUENCE OF TECHNICAL MODIFICATIONS ON EXPLOITATION FEATURES OF FOUR-STROKE ENGINES

SUMMARY

Technical modifications on certain elements improve exploitation features of four-stroke engines. Some of the exploitation features described in final work are: horsepower, engine capacity, torque, fuel and oil consumption. To increase engine efficiency and to improve exploitation features the modifications which are considered in final work are modifications on car intake system, camshaft, engine cooling system and modifications on exhaust system. With implementation of technical modifications on engine elements the most impact is on engine horsepower and fuel consumption. Increasing engine horsepower there is much easier to overcome resistance which appear while driving which have direct impact on reducing fuel consumption. The main purpose of final work is to explain how and to what extent will implementation of certain technical modifications affect on exploitation features of four-stroke engines. The main problem is that with irregular implementation of modifications the accuracy of entire system could be disturbed. To achieve positive effect on exploitation features the detailed research of how modifications of certain elements impact on entire system is needed.

KEYWORDS: Engine horsepower; Exploitation features; Exhaust system; Four-stroke engine; Technical modifications

SADRŽAJ:

1.UVOD 1
2.PRINCIP RADA ČETVEROTAKTNIH MOTORA 3
2.1.Princip rada četverotaktnih Otto motora 3
2.2.Princip rada četverotaktnih Diesel motora 4
3.EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE ČETVEROTAKTNIH MOTORA 5
3.1.Snaga motora 5
3.2.Radni obujam motora 6
3.3.Zakretni moment motora 7
3.4.Potrošnja goriva 7
3.5.Potrošnja ulja 8
4.MOGUĆNOST TEHNIČKIH PREINAKA NA ČETVEROTAKTNIM MOTORIMA 9
4.1.Zahvati na ispušnom sustavu 10
4.1.1.Ispušna grana 11
4.1.2.Ispušne cijevi 12
4.1.3.Katalizator 12
4.1.4.Rezonator 13
4.1.5.Prigušivač zvuka 14
4.1.6.Ispušni lonac 15
4.1.7.Mogućnost tehničkih preinaka na ispušnom sustavu 16
4.2.Zahvati na usisnom sustavu 17
4.2.1.Pročistač zraka 18
4.2.2.Usisna grana 19
4.2.3.Hladnjak 20
4.2.4.Turbo punjač 21
4.2.5.Mogućnost tehničkih preinaka na usisnom sustavu 22
4.3.Zahvati na bregastom vratilu 23
4.4. Zahvati na rashladnom sustavu motora 25
5.UTJECAJ TEHNIČKIH PREINAKA NA EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE ČETVEROTAKTNIH MOTORA 31
6.ZAKLJUČAK 34
7.LITERATURA 36
Popis slika 38

1. UVOD

Princip rada četverotaktnih motora u odnosu na dvotaktne motore razlikuje se u broju taktova koji se izmjenjuju tijekom rada motora. Glavna razlika između četverotaktnih Otto i četverotaktnih Diesel motora je da u radnom taktu Diesel motora do izgaranja dolazi pritiskom smjese unutar cilindara, dok kod Otto motora do paljenja smjese dolazi paljenjem svjećice. Prema knjizi Tehnika motornih vozila, u drugom poglavlju detaljno je objašnjen princip rada četverotaktnih Otto i Diesel motora.

Kako bi se poboljšale eksploatacijske značajke četverotaktnih motora, izvode se tehničke preinake na određenim elementima. Svrha završnog rada je navesti te opisati vrste tehničkih preinaka na pojedinim elementima dok je cilj završnog rada pobliže objasniti njihov utjecaj na eksploatacijske značajke četverotaktnih motora. Naslov završnog rada glasi: Utjecaj tehničkih preinaka na eksploatacijske značajke četverotaktnih motora. Rad je podijeljen u šest cjelina, a to su:

1. Uvod
2. Princip rada četverotaktnih motora
3. Eksploatacijske značajke četverotaktnih motora
4. Mogućnost tehničkih preinaka na četverotaktnim motorima
5. Utjecaj tehničkih preinaka na eksploatacijske značajke četverotaktnih motora
6. Zaključak

Neke od važnijih eksploatacijskih značajka četverotaktnih motora opisane su u trećem poglavlju. Opisane su snaga motora, radni obujam i zakretni moment motora te potrošnja goriva i ulja.

U četvrtom poglavlju definirane su mogućnosti izvođenja tehničkih preinaka na usisnom, ispušnom i rashladnom sustavu motora te na bregastom vratilu. Tekst je podkrijepljen slikama koje prikazuju izgled elemenata. Opisane su preinake ispušnog (preinake na ispušnoj grani, ispušnim cijevima, katalizatoru, rezonatoru, prigušivaču zvuka te na ispušnom loncu), usisnog (preinake pročistača zraka, usisne grane, hladnjaka te turbo punjača) i rashladnog sustava (mogućnosti tehničkih preinaka na ventilatoru, hladnjaku rashladne tekućine, termostatu, vodenoj pumpi te je definiran utjecaj rashladne tekućine na učinkovitost motora pri niskim i pri povišenim temperaturama) te preinake na bregastom

vratilu. U petom poglavlju definiran je utjecaj tehničkih preinaka na eksploatacijske značajke četverotaktnih motora. Opisan je utjecaj na potrošnju goriva i ulja, a isto tako utjecaj na radni obujam i snagu motora.

2. PRINCIP RADA ČETVEROTAKTNIH MOTORA

Prema broju taktova motori se dijele na dvotaktne i četverotaktne motore. Glavna razlika između te dvije vrste motora je da se tijekom izmjene svih taktova kod dvotaktnih motora radilica okrene jednom dok se kod četverotaktnih motora ona okrene dva puta.

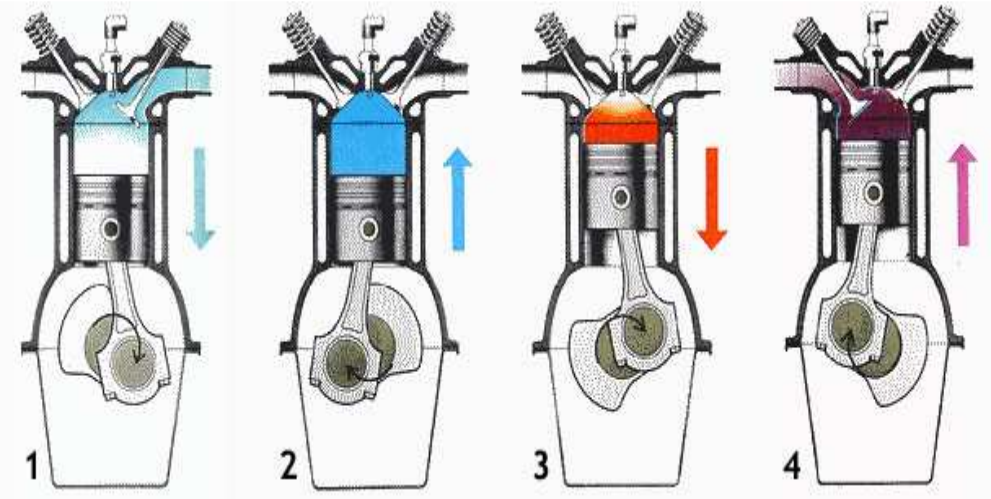
Za dobivanje energije, koja je neophodna za pokretanje vozila, koriste se pogonska goriva. S obzirom na vrstu goriva koju koriste tijekom procesa izgaranja, motori se dijele na Otto i Diesel motore.

2.1. Princip rada četverotaktnih Otto motora

Prema [1], rad četverotaktnih Otto motora je podijeljen u četiri takta, a to su:

Prvi takt - usis. Za vrijeme usisa otvara se usisni ventil i gibanjem klipa od GMT[1] do DMT[2] se povećava radni prostor te zbog otpora u usisnoj grani tlak u cilindru niži je od vanjskog tlaka. Pošto je tlak u cilindru niži od vanjskog tlaka, zrak se usisava u usisne cijevi. Ovisno o motoru, smjesa zraka i goriva se može stvoriti u usisnoj cijevi ili unutar prostora cilindra, [1]. Na slici 1. Prikazan je princip rada četverotaktnih motora.

Drugi takt - kompresija. Kompresija započinje pomicanjem klipa od DMT prema GMT pri čemu se smanjuje radni prostor i posljedica toga je rast tlaka i temperature. Tlačenjem smjese zraka i goriva dobiva se veća snaga motora uz manju potrošnju pogonskog goriva. Ispušni i usisni ventili su tijekom cijelog ovog takta zatvoreni, [1].



Slika 1. Princip rada četverotaktnih motora, [2]

[1] Gornja mrtva točka – najviša točka do koje se klip može podići
[2] Donja mrtva točka – najniža točka do koje se klip može spustiti

Treći takt – radni takt. U ovom taktu, nakon paljenja smjese, dolazi do eksplozije odnosno počinje izgaranje te se temperatura i tlak naglo povećavaju. Izgaranje smjese odvija se samo na prvom dijelu hoda klipa prema DMT dok se na drugom dijelu plinovi ekspandiraju potiskivajući klip prema DMT. Ukoliko se paljenje dogodi u pravom trenutku postigli bi maksimalni tlak u cilindru i time bi postigli maksimalnu snagu motora i minimalnu potrošnju pogonskog goriva. U ovom taktu se toplina koja je nastala izgaranjem pretvara u mehanički rad, [1].

Četvrti takt – ispuh. Pomicanjem klipa od DMT prema GMT, ispušni plinovi se izbacuju iz cilindra. Na kraju radnog takta ispušni ventili imaju visoki tlak i temperaturu te kada prolaze kroz ispušne ventile još uvijek ekspandiraju i ulaze u ispušni sustav velikom brzinom. Iz tog razloga se ispušni ventili nakon nekog vremena zatvaraju kako bi se iskoristila velika brzina plinova za čišćenje prostora za izgaranje, [1].

2.2. Princip rada četverotaktnih Diesel motora

Rad četverotaktnih Diesel motora je, kao i rad četverotaktnih Otto motora, podijeljen u četiri takta. U prvom taktu dolazi do usisa zraka u cilindar motora, u drugom taktu dolazi do kompresije koja nastaje pritiskom, odnosno pomicanjem klipova prema GMT, u trećem taktu se ubacuje gorivo i zrak te dolazi do paljenja smjese i u četvrtom taktu se otvaraju ispušni ventili kako bi se izbacili produkti izgaranja iz cilindara.

Kod Diesel motora se zrak, nakon usisa, komprimira i u njega se pod utjecajem visokog tlaka ubacuje odmjerena količina goriva putem brizgaljke. Takav proces se naziva i proces samopaljenja te on nastaje zbog djelovanja visoke temperature i tlaka, [1].

Glavna razlika između četverotaktnih Otto i Diesel motora je da se kod Otto motora paljenje omogućava putem bacanja iskre iz svjećice, a kod Diesel motora pomoću kompresije.

3. EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE ČETVEROTAKTNIH MOTORA

Među najvažnije eksploatacijske značajke se mogu svrstati: snaga motora, radni obujam motora, zakretni moment te potrošnja goriva i ulja. Prikupljanjem podataka o eksploatacijskim značajkama motora može se saznati vrlo mnogo bitnih informacija i pokazatelja o stanju cjelokupnog sustava kao i svakoga dijela zasebno.

Na taj način se može odrediti pouzdanost i prilagodljivost sustava i elemenata, njihova međusobna povezanost te ovisnost pojedinih elemenata o raznim uvjetima uporabe. Svaka od navedenih značajki daje određenu sliku stanja dok svi zajedno čine cjelinu i govore o cjelokupnom stanju sustava.

Sa gledišta kupaca, eksploatacijske značajke su bitan čimbenik pri izboru vozila. Što je snaga motora veća to su manja opterećenja cjelokupnog sustava što znatno smanjuje trošenje elemenata i povećava pouzdanost sustava. Povećanjem radnog obujma motora povećava se i snaga motora dok nam zakretni moment govori o prijenosu te snage iz motora na reduktor, s reduktora na transmisiju, itd.

Što je pouzdanost vozila veća, to je složenost elemenata veća. Na temelju pouzdanosti kupac, odnosno korisnik, dobiva uvid u kvalitetu, izdržljivost te u sposobnost sustava da obavi određeni rad bez većih poteškoća i bez većih kvarova. No, povećanjem pouzdanosti, osim povećavanja kvalitete, povećava se i cijena vozila. Dakle, povećana pouzdanost sustava pozitivno utječe na kupca te doprinosi poboljšanju eksploatacijskih značajki.

3.1. Snaga motora

Snaga je sposobnost obavljanja rada u određenoj jedinici vremena. Snagu motora možemo izmjeriti pomoću dinamometra[3]. U slučaju gubitka snage motora, koristi se dinamometar i na temelju njegovih rezultata prikupljaju se potrebne informacije o stanju motora.

Tijekom eksploatacije vozila, snaga motora se smanjuje. Do smanjenja snage motora može doći zbog starosti elemenata, nepravilnog održavanja, zbog određenog kvara, itd. Kako bi se tijekom eksploatacije snaga motora održala na istoj vrijednosti kao i na početku eksploatacije, potrebno je obavljati redovna održavanja vozila u vremenskim intervalima

[3] Dinamometar je uređaj koji služi za mjerenje snage motora.

propisanim sa strane proizvođača vozila. Isto tako, bitna je i redovita provjera stanja vozila radi sprečavanja mogućih kvarova i oštećenja.

Maksimalna snaga motora ovisi o količini zraka koji se može usisati tijekom takta usisa u prostor cilindra. Što je veća zapremnina cilindara, to je veća količina zraka koji se usisava kroz usisne ventile. Zapremnina cilindra je glavni pokazatelj na temelju kojeg se određuje snaga motora, [3].

Povećanje snage motora se, osim povećanja zapremnine cilindra, može postići većim stupnjem kompresijskog djelovanja, preciznijom regulacijom udjela goriva i zraka u smjesi, hlađenjem usisnog zraka, na način da se omogući lakši odvod ispušnih plinova iz cilindara, i drugo, [4].

Kako bi se reduciralo trošenje i opterećenost motora, motori sa većom snagom upotrebljavaju se za brdovita područja dok se za nizinske predjele koriste motori s manjom snagom.

3.2. Radni obujam motora

Radni obujam motora je ukupan obujam svih cilindara u motoru i izražava se kubičnim centimetrima (cm^3) ili litrama (l). Što je veći obujam cilindra, to je veći udio zraka i goriva koji može stati u njega te se time postiže veća snaga motora.

Za izračun radnog obujma potrebno je izmjeriti promjer cilindra te udaljenost od donje mrtve točke do gornje mrtve točke.

$$Radni\ obujam = \pi \times (\frac{Promjer\ cilindra}{2})^2 \times visina\ (cm^3)$$

Izračun 1. Izračun radnog obujma motora

Izvor: [3]

Pomoću izračuna 1. računa se radni obujam samo jednog cilindra, dok je za izračun ukupnog radnog obujma motora potrebno pomnožiti obujam jednog cilindra s brojem cilindara koji se nalaze u motoru.

3.3. Zakretni moment motora

Zakretni moment je sila koja nastaje prilikom rada motora i ta sila služi za pokretanje vozila. U radnom taktu, izgaranjem se šire plinovi u cilindru, pri čemu se pomiče klip koji pomoću klipnjače[4] okreće koljenasto vratilo. Na taj način snaga se prenosi na reduktor te se pomoću transmisije prenosi na osovine i tako se pokreće vozilo. Vrijednost zakretnog momenta nije ista, nego se stalno mijenja, [5].

Zakretni moment je mogućnost okretanja koljenastog vratila silom koja nastaje izgaranjem plinova. Snaga motora prikazuje koliko brzo se može obaviti određeni rad u određenom vremenu, dok zakretni moment prikazuje koliki rad se može obaviti u određenom vremenu, [6].

3.4. Potrošnja goriva

Potrošnja goriva znatno utječe na korisnika motornog vozila te iz tog razloga projektanti motornih vozila posvećuju veliku pažnju na reduciranje potrošnje goriva. Prilikom reduciranja potrošnje goriva dolazi do manjih emisija štetnih plinova čime se štiti ljudsko zdravlje i okoliš.

Na potrošnju goriva utječu mnogi čimbenici, a neki od njih su:

- način vožnje
- preveliko opterećenje vozila
- otpori koji se suprotstavljaju gibanju vozila
- tlak u pneumaticima
- itd.

Način vožnje je bitan čimbenik potrošnje goriva iz razloga što pri većim brzinama i radom pod većim okretajima raste potrošnja goriva. Stalna promjena brzine i režima rada motora, ne samo da povećavaju potrošnju goriva, nego povećavaju i trošenje elemenata motora. U takvim uvjetima rada se smanjuje vijek trajanja motora i dolazi do veće potrebe za održavanjem vozila čime se povećavaju troškovi održavanja.

U slučaju preopterećenja vozila dolazi do većih otpora koje vozilo mora savladati te je potrebno više snage da bi se vozilo kretalo. U ovakvim uvjetima je potrebno smanjiti težinu vozila, odnosno tereta. Time bi se smanjili otpori prilikom kretanja vozila i smanjila bi se

[4] Klipnjača je element koji prilikom pritiska klipa prema DMT prenosi snagu na koljenasto vratilo.

potrošnja goriva. Među najvažnijim otporima koji se suprotstavljaju kretanju vozila su otpori zraka i otpori trenja koje nastaje između pneumatika i puta (kolnika).

Isto tako, optimalan tlak u pneumaticima doprinosi manjoj potrošnji goriva, a ujedno i smanjenju trošenja njegovih površina. Što je manji tlak u pneumaticima, to je veći otpor koji vozilo mora savladati prilikom kretanja.

3.5. Potrošnja ulja

Iznimno je važno kontrolirati razinu ulja u motoru (koritu motora) te povremeno pratiti koliko motor troši ulja jer se time omogućuje uvid u kompletno stanje motora. Potrošnja ulja ovisi o temperaturi motora (pri povećanoj temperaturi povećano trošenje ulja), načinu vožnje, viskoznosti ulja, stanju pojedinih elemenata motora, itd, [7].

Način vožnje uvelike utječe na potrošnju ulja. Zbog velikog broja okretaja i većih opterećenja, ulje dospijeva u komoru za izgaranje iz razloga što se stvara veći pritisak na elemente motora. S vremenom se povećava istrošenost elemenata motora poput cilindara, klipova, klipnih prstenova te dolazi do povećanja zračnosti između elemenata pri čemu ulje lakše dospijeva do komore za izgaranje i pritom izgara zajedno sa smjesom, [7].

Potrošnja ulja je u većini slučajeva na početku eksploatacije vozila povećana zbog prilagodbe elemenata u motoru. Nakon prilagođavanja, potrošnja ulja postiže određeni minimum te nakon određenog vremena provedenog u eksploataciji dolazi do laganog povećanja potrošnje što je vozilo starije i što je više u uporabi.

Treba istaknuti da je i upotreba kvalitetnih ulja vrlo bitna iz razloga što kvalitetna ulja sadrže sve potrebne aditive koji poboljšavaju podmazivanje elemenata motora. Za svako motorno vozilo je, sa strane proizvođača, preporučena uporaba određene vrste ulja te je prilikom dolijevanja vrlo važno koristiti preporučeno ulje, [8].

4. MOGUĆNOST TEHNIČKIH PREINAKA NA ČETVEROTAKTNIM MOTORIMA

Tehničkim preinakama na pojedinim sustavima ili elementima dobiva se bolja funkcionalnost cjelokupnog sustava. Svi sustavi, kao i elementi, međusobno su povezani te svaki od njih na određeni način doprinosi poboljšanju uvjeta rada motora. Pojavom neispravnosti jednog elementa narušava se ispravnost ostalih elemenata pri čemu se pogoršavaju uvjeti rada motora, smanjuje se vijek trajanja vozila i postoji mogućnost prijevremenog kvara na vozilu. Kako bi se postigla maksimalna učinkovitost motora, vrlo je važna kvalitetna izrada svih sustava i elemenata koji utječu na rad motora i bez kojih motor ne bi funkcionirao. Dakle, motor sam po sebi, nije u stanju obavljati radnu funkciju samostalno, nego uz primjenu različitih elemenata.

Radi postizanja boljih eksploatacijskih uvjeta vrše se preinake na raznim sustavima poput usisnog i ispušnog sustava, sustava za hlađenje motora, ali isto tako i na pojedine elemente kao što su bregasto vratilo, koljenasto vratilo, karburator, pročistač ulja, itd. No, potrebno je spomenuti da se poboljšanje eksploatacijskih značajka ne postiže samo preinakama na motoru, nego i vanjskim preinakama na školjki, odnosno karoseriji vozila. Neke od preinaka na karoseriji vozila su one koje utječu na aerodinamiku vozila poput ugradnje usmjerivača zraka, preinake na karoseriji poput promjena konstrukcije prednje maske radi smanjenja otpora zraka, promjena širine pneumatika radi postizanja veće stabilnosti vozila, itd.

Primjerice, usisni sustav je bitan za kontinuirani unos svježeg zraka, što hladnijeg i bogatijeg kisikom, dok je ispušni sustav bitan za odvod produkta izgaranja te za smanjenje emisija štetnih plinova i smanjenje buke koja nastaje izgaranjem u motoru. Bregasto vratilo omogućuje pravovremeno otvaranje ventila čime se postiže bolji protok zraka kroz usisne ventile i ispušnih plinova kroz ispušne ventile. Za pravilan rad motora bitan je i sustav za hlađenje motora, a isto tako sustav za što brže dostizanje radne temperature prilikom startanja motora. Održavanjem optimalnih temperatura smanjuje se trošenje dijelova motora.

Pojava kvarova elemenata negativno utječe na rad motora, smanjuje njegovu učinkovitost te se povećava trošenje elemenata. Reduciranjem svih mogućih kvarova na navedenim sustavima i elementima znatno se smanjuje pojava oštećenja ili kvarova i tako se omogućuje veća učinkovitost, a samim time i pouzdanost cjelokupnog vozila. Prilikom modifikacije elemenata potrebno je uzeti u obzir utjecaj modifikacije jednog elementa na rad ostalih elemenata.

Na primjer, prilikom povećanja prostora usisne grane s ciljem postizanja veće propusnosti zraka, potrebno je povećati ulazne cijevi, pročistač zraka kao i omogućiti veću kompresiju zraka kroz turbo punjač. Ukoliko se poveća prostor usisne grane, a ne obave se preinake na ostalim elementima, može doći do negativnih rezultata poput povećanja gustoće zraka u usisnoj grani čime bi došlo do zastoja i ulaska nedovoljne količine zraka u cilindar motora.

Osim poboljšanja karakteristika i eksploatacijskih značajki vozila, tehničkim preinakama elemenata se pokušavaju reducirati emisija štetnih plinova, buka proizvedena prilikom rada motora, trošenje elemenata, ali se također pokušava povećati sigurnost upravljanja vozilom kao i sigurnost ostalih sudionika u prometu. No, vrlo je važno da se prilikom izvedbe preinaka istraži njihov utjecaj na svaki elemenat te kako će i u kojoj mjeri njihova izrada utjecati na smanjenje emisije štetnih plinova, buku, trošenje te na povećanje sigurnosti vozača i ostalih sudionika u prometu.

4.1. Zahvati na ispušnom sustavu

Ispušni sustav omogućuje odvod plinova iz prostora za izgaranje te minimiziranje buke koja nastaje tijekom rada motora. Odvod plinova te smanjenje buke ostvaruje se pomoću raznih elemenata koji sastavljaju ispušni sustav. Prema [9], cjelokupan ispušni sustav se sastoji od niza elemenata, a to su:

- ispušna grana
- ispušne cijevi
- katalizator
- rezonator
- prigušivač zvuka i
- ispušni lonac.

Za svaki tip motora je drugačija izvedba ispušnog sustava. Kako bi se osigurao pravilan odvod plinova iz motora, smanjile emisije štetnih plinova te prigušio zvuk koji proizvodi motor potrebno je konstruirati ispušne cijevi određenog promjera i duljine, odabrati odgovarajuću veličinu prigušivača zvuka i katalizatora, itd, [9].

4.1.1. Ispušna grana

Pomoću ispušne grane odvode se ispušni plinovi iz prostora za izgaranje koji nastaju tijekom izgaranja. Ispušna grana se može proizvesti pomoću različitih materijala (nehrđajući čelik, lijevano željezo, itd.). Svaki cilindar sadrži odvod za plinove te tako broj izlaznih odvoda ovisi o broju cilindara u motoru, [9].

Primjerice, ukoliko motor sadrži četiri cilindara, ispušna grana će se sastojati od četiri odvodnih cijevi te će se spojiti u jednu glavnu cijev koja će ispušne plinove provoditi dalje kroz katalizator, rezonator, itd, [9].

Na slici 2. predočen je izgled ispušne grane za četverocilindrične motore.



Slika 2. Izgled ispušne grane za četverocilindrične motore, [10]

Na motorima se između glave cilindara i ispušne grane nalazi brtva koja onemogućava prodor produkta izgaranja u prostor oko motora. Brtve se izrađuju pomoću različitih materijala poput bakra ili azbestnog materijala te kombinacijom ta dva materijala, [9].

4.1.2. Ispušne cijevi

Ispušne cijevi povezuju cijeli ispušni sustav te vode ispušne plinove od ispušne grane do katalizatora, od katalizatora do rezonatora, nakon toga do prigušivača zvuka i kroz ispušni lonac u okolinu, [9].

Na slici 3. je predočen izgled ispušnih cijevi.



Slika 3. Ispušne cijevi, [11]

Ako je motor konstruiran u obliku V[5] tada se sa svake strane nalaze ispušne grane te su potrebne dvije ispušne cijevi koje se kasnije spajaju u jednu ispušnu cijev te ona vodi ispušne plinove dalje do katalizatora, dok u slučaju rednih motora postoji samo jedna ispušna grana te je potrebna samo jedna ispušna cijev. Cijevi mogu biti presvučene sa cinkom te se izrađuju od nehrđajućeg čelika, [9].

4.1.3. Katalizator

Katalizator služi za pročišćavanje štetnih plinova iz motora koji izlaze kroz ispušni sustav u atmosferu. Neki od najštetnijih plinova su ugljikovodici, dušikovi oksidi i ugljikov monoksid. Primjerice, benzin je ugljikovodik koji se sastoji od vodika i ugljika i ukoliko u radnom taktu ne dođe do potpunog izgaranja smjese, postoji mogućnost da će neizgoreni

[5] V motor je tip motora koji se primjenjuje pri većem broju cilindara (osam ili dvanaest). Sam naziv govori da je motor u obliku slova V.

ugljikovodici dospjeti u ispuh. Iz tog razloga postoje katalizatori kako bi se zaustavio prodor štetnih tvari poput ugljikovodika u okolinu, [9].



Slika 4. Katalizator, [12]

Na slici 4. predočena je unutrašnjost katalizatora kao i prolaz ugljikovodika, dušikovih oksida te ugljikovog monoksida kroz katalizator i njihova pretvorba u ugljikov dioksid, vodenu paru i dušik.

Nedostatak katalizatora je što ih je potrebno zagrijati na određenu temperaturu kako bi radili na propisan način. Nedjelotvorni su ukoliko rade pri niskim temperaturama. Iz tog razloga se teži tome da katalizator dostigne optimalnu radnu temperaturu u što kraćem vremenskom razdoblju, [9].

4.1.4. Rezonator

Rezonator služi za dodatno prigušivanje zvuka ukoliko sam prigušivač ne može dovoljno prigušiti zvukove. U principu ima sličnu funkciju kao i prigušivač, no razlika

između njih je njihova raspodjela u ispušnom sustavu te rezonator služi kao dodatno pomagalo za prigušivanje zvuka. Prigušivač zvuka se nalazi pri kraju ispušnog sustava, dok je rezonator smješten u blizini katalizatora, [9].

Na slici 5. prikazan je izgled rezonatora.



Slika 5. Rezonator, [13]

4.1.5. Prigušivač zvuka

Bitan elemenat ispušnog sustava je prigušivač zvuka koji smanjuje buku koja nastaje strujanjem ispušnih plinova iz motora prolazeći kroz ispušni sustav. Njegova zadaća je prigušivanje zvukova koji nastaju tijekom otvaranja i zatvaranja ispušnih ventila. Prilikom otvaranja ispušnih ventila, u ispušni sustav (koji je pod niskim tlakom) odvode se plinovi koji su pod vrlo visokim tlakom, dolazi do razlike između tlakova te tako dolazi do stvaranja zvučnog signala koji se dalje širi kroz ispušni sustav u okolinu, [9].

Najzastupljeniji prigušivač zvuka se sastoji od više unutarnjih prostora i ulazne i izlazne cijevi kojima plinovi dolaze u prigušivač i odlaze iz njega u ispušni lonac. Na slici 6. prikazana je unutrašnjost prigušivača te smijer strujanja zvučnih signala. Dakle, strujanjem

zvučnog signala kroz cijevi i prostore u prigušivaču zvuka dolazi do raspršivanja zvuka pri čemu se umanjuje njegova jačina na izlazu iz ispušnog lonca, [9].



Slika 6. Prigušivač zvuka, [14]

Postoji još jedna inačica prigušivača zvuka, a to je direktan prolaz ispušnih plinova kroz cijev koja prolazi kroz središte prigušivača. Unutarnja cijev je rešetkastog oblika kako bi kroz sitne rupe ispušni plinovi dospjeli u prostor prigušivača. Prostor prigušivača je ispunjen različitim materijalima poput stakla, metala te mješavine stakla i plastike. Kada se ispušni plinovi šire iz unutarnje, rešetkaste cijevi prema prostoru koji je ispunjen materijalima za prigušivanje zvuka smanjuje se njihov tlak te tako dolazi do povećanog prigušivanja zvuka, [9].

4.1.6. Ispušni lonac

Zadnji elemenat ispušnog sustava je ispušni lonac. Pomoću njega se odvode ispušni plinovi iz ispušnog sustava u okolinu. Neki od ispušnih lonaca u sebi mogu sadržavati sitne rezonatore[6] koji pri izlazu ispušnih plinova iz ispuha umanjuju njihov zvuk, [9].

Na slici 7. predočen je izgled ispušnog lonca.

[6] Sitni rezonatori u načelu imaju istu funkciju kao i obični rezonatori, no njihova veličina je znatno manja.



Slika 7. Ispušni lonac, [15]

Prilikom postavljanja ispušnog lonca na kraj ispušnog sustava treba posvetiti pozornost na smjer u kojem se ispušni plinovi vode iz ispušnog lonca. Ispušni lonac bi trebao biti usmjeren prema dolje kako ispušni plinovi ne bi dospjeli do laka vozila jer se pod konstantnim prolaskom plinova lak oštećuje.

4.1.7. Mogućnost tehničkih preinaka na ispušnom sustavu

Na prohodnost plinova u ispušnom sustavu velik utjecaj imaju bregasto vratilo, prigušivač, ispušni ventili i ispušna grana, ispušne cijevi, itd. Preinakama na tim elementima dobiva se bolja prohodnost ispušnih plinova kroz ispušni sustav, a također se dobiva i veća snaga te bolji stupanj punjenja cilindara u taktu usisa koji će detaljno biti objašnjeni u nastavku. U idućem odlomku opisani su zahvati uvođenja dva ispušna sustava, poboljšanja ispušne grane, povećanja promjera ispušnih cijevi te kako će uklanjanje rezonatora povećati snagu motora.

Kao što je ranije u tekstu navedeno, motori u obliku V sadrže dvije ispušne grane te iz svake vode ispušne cijevi koje se kasnije spajaju u jednu, glavnu ispušnu cijev. Odvajanjem

tih cijevi i stvaranjem zasebnog ispušnog sustava za svaku stranu motora dobiva se bolji prohod plinova što izravno utječe na povećanje snage motora. Tada se ispušni sustav sastoji od dva katalizatora, rezonatora i prigušivača te dva ispušna lonca. Do povećanja snage dolazi zbog boljeg prohoda plinova jer oni ne moraju prolaziti kroz jednu cijev, nego prolaze kroz dvije te se tako smanjuje pritisak, smanjuje se buka, te se povećava stupanj punjenja zrakom i gorivom prilikom usisa što dodatno povećava snagu. Ovakav tip izvedbe ispušnog sustava je skupocjeniji, no njime se znatno povećava učinkovitost vođenja ispušnih plinova van ispušnog sustava te se osjeti znatna razlika u snazi motora.

Poboljšanje na ispušnoj grani se postiže pomoću izvođenja blagih rubova cijevi pri čemu plinovi imaju lakši protok iz motora prema ispušnoj cijevi. Pravilno izvedena ispušna grana stvara vakum koji omogućuje usis ispušnih plinova iz prostora za izgaranje i tako poboljšava stupanj punjenja tijekom takta usisa, pri čemu se povećava snaga motora.

Povećanjem promjera ispušnih cijevi smanjit će se otpor koji nastaje prolaskom ispušnih plinova kroz cijevi. No, prilikom povećanja treba paziti da promjer cijevi ne premaši dozvoljene veličine jer će se brzina izbacivanja zraka iz ispušnog sustava smanjiti. U tom slučaju će ispušni plinovi biti sporiji, zadržavat će se u ispušnim cijevima te će novi, nadolazeći plinovi, isto tako gubiti brzinu i doći će do zagušenja pri čemu će se osjetiti znatan gubitak snage motora. Povećanjem veličine, odnosno radnog obujma motora, povećava se i promjer ispušnih cijevi te je vrlo važno odabrati pravilan promjer ispušnih cijevi kako motor ne bi gubio svoju snagu.

Uklanjanjem rezonatora će se umanjiti otpori koji nastaju prilikom strujanja ispušnih plinova kroz ispušni sustav. Pošto je glavna uloga rezonatora smanjenje buke, posljedica njegovog uklanjanja će biti povećanje buke. No, kvalitetnijom izradom i obradom unutrašnjosti prigušivača, ta buka se može svesti na minimum. Prednost uklanjanja rezonatora se očitava kroz povećanu snagu motora.

4.2. Zahvati na usisnom sustavu

Za postizanje optimalne temperature te čistoće usisanoga zraka iznimno je važan odabir kvalitetnih elemenata usisnog sustava. Kako bi se postiglo bolje izgaranje u cilindru, potrebno je optimalno raspodjeliti udio goriva i zraka u smjesi. Na taj način se dobiva bolja iskorištenost resursa, odnosno energije, i povećava se učinkovitost motora.

Neki od važnijih elemenata usisnog sustava su pročistač zraka, usisna grana, hladnjak i turbo punjač. Svaki od navedenih elemenata izvršava određenu funkciju i tako doprinosi boljoj učinkovitosti motora. Posebno je važna redovita provjera pročistača zraka te ispravnosti karburatora[7].

Ukoliko je pročistač zraka ispunjen česticama poput prašine, karburator ne dobiva dovoljnu količinu zraka te iz tog razloga dolazi do nepravilnog miješanja smjese goriva i zraka što ostavlja izravan utjecaj na snagu motora.

4.2.1. Pročistač zraka

Kako ne bi došlo do prodora stranih čestica poput prašine u motor, na početak usisnog sustava se postavlja pročistač zraka koji onemogućuje ulaz tih čestica. Pročistač zraka tijekom vremena sakuplja nečistoću te gubi svoja svojstva i iz tog razloga je i više nego važna izmjena nakon određenog vremena.



Slika 8. Različiti oblici pročistača zraka, [16]

[7] Karburator je element koji služi za reguliranje udjela goriva i zraka u smjesi.

Ovisno o vrsti vozila, pročistač zraka može biti različitih dimenzija kao što je prikazano na slici 8. Kako bi bio što učinkovitiji, bitan je odabir materijala za izradu. Prilikom izrade pročistača zraka koriste se različiti materijali, a neki od njih, koji su najčešće u uporabi, su papir i pamuk.

4.2.2. Usisna grana

Glavna zadaća usisne grane je dovod svježeg zraka u cilindre motora. U usisnoj grani se, pomoću karburatora, odvija proces miješanja smjese goriva i zraka. Smjesa kroz cijevi u usisnoj grani, koje se vide na slici 9., dolazi do cilindara i ondje se odvija proces paljenja, odnosno izgaranja, [17].



Slika 9. Usisna grana, [18]

4.2.3. Hladnjak

Kako bi se snizila temperatura usisanog zraka, na vozila se postavljaju hladnjaci koji omogućuju reduciranje povećane temperature. Hladnjak (slika 10.) u sebi sadrži kanale[8] koji pri prolasku zraka reduciraju temperaturu. Do povećanja temperature usisanog zraka dolazi zbog velikih brzina usisa zraka kroz turbo punjač, [19].

Što je usisani zrak hladniji, to je veća učinkovitost motora jer je pri manjim temperaturama veći udio kisika u zraku i tako dolazi do kvalitetnijeg izgaranja smjese. Što je hladnjak veći, to je veća količina zraka koja može proći kroz njega, rashladiti se, i tako poboljšati proces izgaranja čime se dobije veća iskoristivost energije, [19].



Slika 10. Hladnjak, [20]

[8] Kanali su prolazi kroz koje struji zrak u cilju njegovog hlađenja. Između svakog kanala nalazi se prazan prostor koji omogućuje bolje strujanje zraka, a ujedno i veći stupanj hlađenja.

4.2.4. Turbo punjač

Pomoću turbo punjača, zrak iz okoline se potiskuje u cilindar motora. Potiskivanjem zraka dobivamo veći stupanj punjenja cilindara pri čemu nastaje bogatija smjesa i dolazi do većeg iskorištenja energije. Razlika između motora sa turbo punjačem i onoga bez je da se s turbo punjačem postiže veća snaga motora, [21].

Na slici 11. prikazan je izgled turbo punjača.



Slika 11. Turbo punjač, [22]

Turbo punjač se sastoji od dva dijela. Prvi dio je kompresijski, služi za potiskivanje zraka iz okoline u cilindar motora dok je drugi dio namijenjen za pokretanje prvog dijela. Princip rada je da se pri izlasku ispušnih plinova, u taktu ispuha, okreću lopatice drugog dijela turbo punjača koje preko osovine okreću lopatice prvog dijela i tako omogućuju usisavanje vanjskog zrak i njegovo potiskivanje u cilindar, [21].

Lopatice i osovina turbo punjača prikazane su na slici 12.



Slika 12. Osovina i lopatice turbo punjača, [23]

4.2.5. Mogućnost tehničkih preinaka na usisnom sustavu

Glavni cilj usisnog sustava je omogućiti usis čistog zraka te ga rashladiti na optimalnu temperaturu. Kako bi se postigao pozitivan učinak, potrebno je pomno isplanirati svaki elemenat usisnog sustava. Modifikacijom elemenata usisnog sustava dobiva se veća iskoristivost energije iz razloga što dolazi do boljeg izgaranja smjese.

Kvaliteta i odabir materijala pročistača zraka uvelike utječu na unos nečistoća u usisni sustav. Što je bolji materijal pročistača zraka, to je manja mogućnost prolaska prašine u usisni sustav, a isto tako i bolja propusnost zraka. Veličina pročistača zraka također omogućuje lakši i brži dovod zraka u motor. Na velikim snažnim motorima je potreban kontinuirani dotok svježeg zraka u motor i iz tog razloga se na prednjem poklopcu rade otvori koji omogućavaju brži protok i veću dostupnost zraka do pročistača zraka.

Kako bi zrak uz što manje otpore ušao u prostor cilindra, usisna grana se izrađuje sa što blažim ulazima zraka u cilindar. Isto tako, bitna je sposobnost vođenja zraka kroz usisnu granu jer pri većim brzinama i okretajima potreban je unos veće količine zraka. Ako se u cilindru nalazi nedovoljna količina zraka, smjesa će biti prebogata gorivom i doći će do

neiskorištenja resursa. Da bi se spriječila ovakva negativna posljedica, potrebno je proširiti prostor usisne grane, no ne previše jer u protivnom bi došlo do smanjenja brzine zraka. Smanjenjem brzine zraka povećala bi se njegova gustoća i tako bi došlo do zastoja u prostoru i cijevima ispušne grane i onemogućio bi se kontinuirani unos zraka u prostor cilindra.

Da bi se postigao veći učinak prilikom hlađenja usisnog zraka potrebno je obratiti pozornost na oblik i veličinu hladnjaka. Za povećanje stupnja hlađenja, hladnjaci zraka se postavljaju ispred vozila, odnosno na mjesta gdje zrak najviše struji. Razlog tomu je izravno strujanje zraka po hladnjaku pri čemu se javlja veći učinak hlađenja. Što je veća površina hladnjaka koja je izložena strujanju zraka, to je njegova učinkovitost veća. Kako bi se postigao još veći stupanj hlađenja zraka, u usisni sustav se uvodi ventilator, koji se postavlja ispred hladnjaka. Ovime se ne postiže samo dodatno hlađenje hladnjaka zraka nego i hladnjaka rashladne tekućine.

Turbo punjač funkcionira uz pomoć hladnjaka zraka tako da njegova učinkovitost ovisi o karakteristikama hladnjaka. Prilikom usisavanja zraka, turbo punjač povećava brzinu zraka i dolazi do povećane temperature te je iz tog razloga potrebno hlađenje zraka. Povećanjem prostora turbo punjača, odnosno njegovog kapaciteta omogućuje se veći protok zraka. Isto tako, moguće je povećanje lopatica te se pri povećanju protoka zraka povećava brzina okretanja osovine sa lopaticama (slika 12.).

4.3. Zahvati na bregastom vratilu

Bregasto vratilo služi za otvaranje i zatvaranje ventila, to jest za doziranje smjese u pojedine cilindre te za odvod produkta izgaranja iz prostora cilindara. Sadrži brijegove koji su različito oblikovani te smješteni na različitim mjestima na bregastoj osovini. Ti brijegovi prilikom okretanja bregastog vratila stvaraju pritisak na ventile, odnosno potiskuju ventile te tako omogućavaju njihovo otvaranje. Bregasto vratilo se pokreće pomoću koljenastog vratila te ta dva elementa motora moraju biti usklađena kako bi svakim okretajem bregastog vratila došlo do pravodobnog otvaranja ventila, [24].

Na slici 13. prikazan je izgled bregastog vratila i raspored brijegova koji služe za otvaranje ventila.



Slika 13. Bregasto vratilo, [25]

Postoji više načina izvedbe bregastog vratila za otvaranje ventila, a to su jedna bregasta osovina, dvostruka bregasta osovina i otvaranje ventila bregastom osovinom na principu poluge. Glavna razlika između nabrojana tri načina izvedbe je da se pri jednostrukoj i dvostrukoj izvedbi bregastog vratila koriste remeni ili lanci za njihovo pokretanje dok se bregasto vratilo sa polugom pokreće pomoću zupčanika. U načelu, jednostruko bregasto vratilo koristi se za manji broj cilindara dok se dvostruko bregasto vratilo koristi za veći broj cilindara, [26].

Tehničkim preinakama na bregastom vratilu postiže se kvalitetniji unos zraka i goriva u cilindre motora. Vrlo je važno rasporediti vrijeme otvaranja pojedinih ventila pa je tako boljom izvedbom brijegova na bregastom vratilu moguće bolje reguliranje otvaranja ventila. Kako bi se dovela veća količina zraka i goriva u cilindar motora i omogućilo ravnomjerno otvaranje i zatvaranje usisnih i ispušnih ventila, a samim time omogućilo bolje izgaranje smjese, produljuje se vrijeme otvaranja usisnih ventila i to pomoću modifikacija brijegova, [24].

4.4. Zahvati na rashladnom sustavu motora

Optimalna radna temperatura cestovnih vozila je oko 90° C, ovisno o vrsti vozila. Funkcija rashladnog sustava je konstantno održavanje optimalne temperature kako ne bi došlo do pregrijavanja motora ili čak u nekim slučajevima, zbog kvarova elemenata sustava za rashlađivanje, do podhlađivanja motora[9]. Podhlađivanje motora se rijetko javlja, no kada dođe do toga može uzrokovati velika oštećenja na motoru.

Motor vozila sadrži prolaze koji se nalaze u stijenkama te oko cilindara. Ti prolazi služe za konstantno cirkuliranje rashladne tekućine koja pod optimalnom temperaturom rashlađuje cilindre, odnosno cjelokupan motor. Postoje dvije vrste hlađenja motora, a to su zračno i vodeno hlađenje.

U sljedećim odlomcima, prema [27], biti će objašnjeni najvažniji elementi rashladnog sustava, a to su:

- ventilator
- hladnjak rashladne tekućine
- termostat
- vodena pumpa i
- rashladna tekućina.

Ventilator služi za dodatno hlađenje rashladne tekućine koja prolazi kroz hladnjak. Pokreće se pomoću struje te se pali po potrebi. U slučaju da je došlo do povećane temperature motora, sustav prepoznaje promjenu temperature i uključuje ventilator, [27].

Na slici 14. prikazan je ventilator rashladnog sustava.

[9] Podhlađivanje motora je stanje motora u kojem nije postignuta optimalna radna temperatura.



Slika 14. Rashladni ventilator, [28]

Za poboljšanje učinkovitosti ventilatora moguće je povećati lopatice ventilatora, ubrzati vrtnju ventilatora, omogućiti pravodobno uključivanje ventilatora pri zagrijavanju motora, itd.

Unutrašnjost hladnjaka rashladne tekućine sastoji se od većeg broja cijevi kroz koje prolazi rashladna tekućina. Hladnjak služi za smanjenje temperature rashladne tekućine na način da sustav prepoznaje promjenu temperature i pali se ventilator koji puše po hladnjaku i tako se reducira povišena temperatura rashladne tekućine. U hladnjaku se povišena temperatura snižava prolaskom rashladne tekućine po stijenkama hladnjaka. Za postizanje bolje učinkovitosti hladnjaka, topla i hladna tekućina u hladnjaku se miješaju te se tako postiže bolje hlađenje tekućine, [27].

Kako bi se snizila temperatura rashladne tekućine, moguće je povećati veličinu hladnjaka i ugraditi veći ventilator ili čak dva ventilatora, ovisno o mogućnostima.

Glavna zadaća termostata (slika 15.) je omogućiti konstantan dovod rashladne tekućine, koja je optimalne temperature, u motor. U principu, termostat regulira protok rashladne tekućine u motoru. Pri niskim temperaturama, termostat onemogućuje prolazak

rashladne tekućine iz motora u hladnjak jer u protivnom bi motoru trebalo više vremena da postigne optimalnu temperaturu što nije povoljno. Dok se motor zagrije i rashladna tekućina prijeđe dozvoljenu temperaturu, termostat se otvara i tekućina se propušta u hladnjak radi rashlađivanja, [27].

Takav postupak provođenja rashladne tekućine je moguć zbog postojanja voska u termostatu. Pri nižim temperaturama rashladne tekućine, a i za vrijeme zagrijavanja motora na radnu temperaturu, vosak je u krutom stanju. Prilikom porasta temperature rashladne tekućine iznad dozvoljenih granica, vosak se topi i tako se termostat otvara i omogućuje prolazak tekućine. Pri tome tekućina manje temperature iz hladnjaka dolazi u motor, a ona sa većom temperaturom odlazi u hladnjak i rashlađuje se. Pri normaliziranju temperature u motoru, vosak se polagano zgrušnjava te nakon nekog vremena postaje krut, zatvara se otvor na termostatu, i ponovo dolazi do zaustavljanja protoka rashladne tekućine, [27].



Slika 15. Termostat rashladne tekućine, [29]

Vodena pumpa (slika 16.) služi za protočnost, odnosno cirkulaciju rashladne tekućine po motoru. Stijenke motora i prostor oko cilindara i ventila služe kao prolazi za rashladnu tekućinu i tako vodena pumpa cirkulira tekućinu kroz te prolaze i na taj način se hladi motor. Okreće se na temelju vrtnje koljenastog vratila pomoću remena ili lanca. Za postizanje veće učinkovitosti vodena pumpa se modificira na način da se omogući optimalan protok rashladne

tekućine. To znači da bi vodena pumpa trebala imati vlastiti pogon[10] kako bi po potrebi povećavala ili smanjivala brzinu vrtnje i tako ubrzala ili usporila protok rashladne tekućine kroz motor, [27].



Slika 16. Vodena pumpa, [30]

Rashladna tekućina poznata kao antifriz služi za apsorpciju topline koju proizvede motor te za njezin prijenos u hladnjak rashladne tekućine radi reduciranja temperature. Osnovna komponenta rashladne tekućine je voda, no kako bi se povećala učinkovitost primjenjuju se razne vrste alkohola i aditiva. Njezina kvaliteta ovisi o omjeru vode i alkohola u tekućini. Prilikom većih temperatura dolazi do isparavanja vode, dok pri manjim temperaturama dolazi do zaleđivanja. Iz tog razloga se dodaju razne vrste alkohola koji omogućavaju rashladnoj tekućini mogućnost provođenja topline pri znatno većim ili znatno manjim temperaturama, uz minimalno isparavanje, minimalnu pojavu korozije[11], kamenca, itd, [27].

[10] Vlastiti pogon vodene pumpe omogućio bi cirkuliranje rashladne tekućine po potrebi, dok vodena pumpa koja se okreće na temelju vrtnje koljenastog vratila ovisi isključivo o njenoj vrtnji.
[11] Korozija je proces razgradnje metala prilikom djelovanja kemijskih spojeva.

Na slici 17. prikazan je izgled rashladne tekućine koja se nalazi u hladnjaku motora.



Slika 17. Rashladna tekućina, [31]

U slučaju da dođe do gubitka rashladne tekućine (pregrijavanje motora, isparavanje tekućine, kvar na rashladnom sustavu motora poput curenja tekućine, itd.) postoji posuda sa dodatnom, odnosno rezervnom količinom rashladne tekućine, koja služi za smještaj rashladne tekućine iz koje se po potrebi nadoknađuje izgubljena količina tekućine u rashladnom sustavu.

Izgled posude rashladne tekućine prikazan je na slici 18.



Slika 18. Posuda rashladne tekućine, [32]

Kako bi se povećala učinkovitost rashladnog sustava motora, potrebno je omogućiti bolju provodljivost topline od mjesta gdje dolazi do povišenih temperatura do hladnjaka rashladne tekućine. Time se smanjuje stupanj zagrijanosti pri čemu dolazi do boljeg rada motora. Također je potrebno omogućiti jednako dobru provodljivost topline kroz rashladnu tekućinu u uvjetima vrlo niskih temperatura kao i u uvjetima optimalnih temperatura rada motora.

5. UTJECAJ TEHNIČKIH PREINAKA NA EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE ČETVEROTAKTNIH MOTORA

Kako bi eksploatacijske značajke bile na zadovoljavajućem nivou, potrebno je obaviti određene preinake na elementima vozila. Preinakama se poboljšavaju eksploatacijske značajke poput snage motora, potrošnje goriva i ulja, zakretnog momenta i radnog obujma motora. Utjecaj tehničkih preinaka bi u svakom pogledu trebao ispunjavati zadovoljavajuće uvjete sigurnosti u prometu kao i zadovoljavajuće emisije štetnih plinova, odnosno njihovo smanjenje u najvećoj mogućoj mjeri. U cilju poboljšanja eksploatacijskih značajki provode se razna istraživanja u području automobilske industrije i šire, što iziskuje mnogo vremena, te se ulažu znatna sredstva za njihovo poboljšanje.

Preinakama na ispušnom sustavu postiže se veća snaga motora i bolja prohodnost ispušnih plinova kroz ispušni sustav u okolinu. Smanjenjem otpora koji se javljaju pri prolasku ispušnih plinova kroz ispušni sustav omogućuje se brži odvod plinova van sustava. Time se smanjuje zagušenje motora, povećava se stupanj punjenja svježim zrakom u taktu usisa i dolazi do povećanja snage motora. Prilikom izgaranja smjese u radnom taktu dolazi do pojave povećanih temperatura i tlakova. Kada se sudare visoki tlak koji nakon izgaranja dolazi iz motora i niski tlak u ispušnom sustavu javlja se povećani zvuk koji je potrebno prigušiti. Na primjer, u slučaju da ne postoji prigušivač u ispušnom sustavu, nastali zvuk bi bio vrlo intenzivan. Stavljanjem uobičajenog, tvorničkog prigušivača taj zvuk bi se znatno reducirao dok bi se dodatnim preinakama poput povećanja prigušivača, boljim preinakama njegove unutrašnjosti i upotrebom kvalitetnijih apsorpcijskih materijala dodatno umanjio nastali zvuk.

Postizanje maksimalne učinkovitosti katalizatora znatno doprinosi smanjenju emisija štetnih plinova. Primjenom plemenitih metala u katalizatoru postiže se dodatno smanjenje emisije štetnih plinova. Prilikom procesa zagrijavanja motora, učinkovitost katalizatora je minimalna jer je katalizator u mogućnosti tek u zagrijanom stanju obavljati svoju funkciju. Kako bi se umanjio problem neučinkovitosti katalizatora pri nižim temperaturama, pokušava se u što kraćem roku postignuti optimalna radna temperatura motora. Svaka od preinaka na ispušnom sustavu, da li je to proširenje ispušnih cijevi, povećanje prostora ispušne grane, ublažavanje zavoja izlaznih cijevi ispušne grane, uvođenje dvostrukog ispušnog sustava, itd., povećava mogućnost provođenja ispušnih plinova čime se ostvaruje pozitivan učinak na snagu motora.

Usisni sustav je važan za konstantan dovod pročišćenog zraka, bogatog kisikom, u cilindre motora. U cilju poboljšanja uvjeta stvaranja smjese, a pri tome i omogućavanja kvalitetnijeg izgaranja smjese, rade se razne preinake na elementima usisnog sustava. Omogućavanjem dotoka što veće količine smjese zraka i goriva u cilindre motora dolazi do kvalitetnijeg izgaranja smjese i povećava se snaga motora. Neravnomjernost prilikom stvaranja smjese goriva i zraka može imati negativan učinak na eksploatacijske značajke. Na primjer, ukoliko dođe do umanjenog unosa zraka u taktu usisa, udio goriva u smjesi će biti povećan, doći će do neravnomjernog izgaranja smjese gdje će neizgoreno gorivo u taktu ispuha proći u ispuh. Pri tome će potrošnja goriva biti ista kao i u normalnim uvjetima izgaranja, no osjetit će se razlika u snazi motora.

Pročistač zraka sprečava unos prašine u motor, pri čemu se trošenje dijelova motora reducira na minimum. Ulaskom vanjskih čestica u usisni sustav pogoršavaju se uvjeti rada motora te se nakon određenog vremena povećava intenzitet trošenja motora. U slučaju da se ne vrši redovita izmjena pročistača zraka, može doći do začepljenja pročistača i do manjih gubitaka snage. Stoga je redovita provjera stanja i više nego preporučena. Turbo punjač svojim radom omogućuje brži dovod zraka u cilindre motora, dok hladnjak rashlađuje zrak koji potiskuje turbo punjač. Doprinos hladnjaka pri povećanju snage motora je vrlo velik iz razloga što se pri nižim temperaturama u zraku nalazi veći udio kisika što povoljno djeluje na izgaranje u cilindrima motora.

Učinkovitost usisa i ispuha motora karakterizira se veličinom otvora koje zatvaraju usisni i ispušni ventili. Što su ti otvori veći, to je veća količina zraka koja će tijekom takta usisa uči u prostor cilindara i veća mogućnost izlaska ispušnih plinova u ispušni sustav tijekom takta ispuha. Za poboljšanje uvjeta za dovod svježeg zraka i odvod ispušnih plinova potrebno je postignuti optimalan raspored otvaranja ventila. Kao što je ranije u tekstu navedeno, bregasto vratilo služi za reguliranje otvaranja i zatvaranja ventila. Dakle, pomoću bregastog vratila određuje se vremenski interval između otvaranja i zatvaranja usisnih i ispušnih ventila. Ostvarenje pravovremenog otvaranja i zatvaranja ventila u određenom trenutku na pojedinim cilindrima postiže se pravilnom izradom brijegova na bregastom vratilu.

Preinakama brijegova na vratilu omogućuje se usis veće količine zraka u taktu usisa i brži odvod plinova u taktu ispuha čime se postiže bolja iskorištenost energije, što u konačnici povećava snagu motora. U slučaju da je vrijeme otvaranja ispušnih ventila u taktu ispuha prekratko, postoji mogućnost da se određena količina plinova zadrži u prostoru cilindara. Time bi se u taktu usisa uskratila količina goriva i svježeg zraka u cilindru. No, kraći interval

otvaranja ventila nije jedini uzrok smanjenja usisa goriva i svježeg zraka. Premali otvori na cilindrima motora također mogu uzrokovati zadržavanje ispušnih plinova u cilindrima motora.

Održavanjem radne temperature motora na optimalnoj razini postiže se znatno manje trošenje motora i njegovih dijelova i samim time produljuje se njegov radni vijek. Preinakama na elementima rashladnog sustava dobiva se bolja cirkulacija rashladne tekućine i bolje hlađenje motora što eliminira negativne posljedice poput pregrijavanja, rada u podhlađenim uvjetima, isparavanja tekućine, korozije, itd. Vjerojatnost rada motora u podhlađenim uvjetima je vrlo mala, no prilikom svakog paljenja vozila, motoru je potrebno određeno vrijeme da postigne optimalnu temperaturu za pravilan rad. Tijekom postizanja radne temperature motora, viskoznost ulja je visoka, što znači da dolazi do nepravilnog podmazivanja, odnosno ulje teže dopire do mjesta gdje postoji međudjelovanje između dva elementa i tako se intenzivira trošenje motora. Najveće trošenje koje nastaje povećanom viskoznošću ulja je trošenje klipova i cilindara zbog nepovoljnih uvjeta podmazivanja.

Na eksploatacijske značajke, osim preinaka u vozilu, mogu utjecati i preinake na karoseriji vozila. To su preinake koje reduciraju otpore koji se suprotstavljaju kretanju vozila. Jedni od najznačajnijih otpora koji utječu na potrošnju goriva i snagu motora su otpor zraka i otpor sile trenja. Da bi se otpor zraka reducirao, potrebno je izvršiti preinake konstrukcije vozila. Smanjenjem površine prednje maske vozila, izvedbom blagih rubova karoserije vozila te ugradnjom usmjerivača zraka na poklopcu prtljažnika omogućuje se znatno učinkovitije svladavanje strujanja zraka. Time se javljaju manji otpori zraka i iz tog razloga potrebna je manja snaga motora za svladavanje otpora zraka što izravno utječe na smanjenje potrošnje goriva. Otpori trenja između kolnika i pneumatika mogu se reducirati pravilnim odabirom veličine pneumatika. Veća širina pneumatika povećava stabilnost vozila, no povećavaju se i otpori trenja što također utječe na potrošnju goriva, dok manja širina pneumatika uzrokuje potpuno suprotan učinak.

6. ZAKLJUČAK

Princip rada četverotaktnih motora je podijeljen u četiri takta. To su takt usisa, kompresije, ispuha te radni takt. U načelu, četverotaktni Diesel i Otto motori rade na sličan način, no postoji jedna bitna razlika u njihovu radu, a to je da kod Diesel motora do izgaranja dolazi velikim pritiskom smjese dok se kod Otto motora eksplozija inicira paljenjem svjećice. Kako bi se omogućio optimalan rad motora potrebno je izvesti određene preinake na elementima motora.

Eksploatacijske značajke utječu na kupca prilikom izbora vozila. Poboljšanjem eksploatacijskih značajki povećava se i složenost vozila što znatno utječe na troškove izrade vozila, a samim time i na troškove koji se javljaju tijekom eksploatacije (troškovi održavanja, itd.). Reduciranjem otpora koji se suprotstavljaju vozilu tijekom kretanja potrebna je manja snaga motora čime se smanjuje potrošnja goriva. Nakon određenog vremena provedenog u eksploataciji, motor počinje gubiti snagu, no redovnim održavanjem se snaga vraća natrag u projektirano stanje.

Na temelju radnog obujma motora dobiva se uvid u jačinu motora, odnosno uvid u sposobnost cilindara da prime određenu količinu smjese zraka i goriva koja je potrebna za razvoj snage. Smanjenje potrošnje goriva je vrlo bitno iz razloga što se smanjuju emisije štetnih plinova pri čemu se štiti okoliš, ali i ljudsko zdravlje.

Međusobna povezanost svakog pojedinog elementa omogućuje bolju funkcionalnost cjelokupnog sustava, odnosno vozila. Izvođenjem tehničkih preinaka na određenim elementima poboljšavaju se eksploatacijske značajke vozila. Cilj tehničkih preinaka je utjecati na smanjenje buke motora, emisije štetnih plinova, trošenje elemenata i na ostale negativne posljedice koje se javljaju prilikom rada motora što izravno utječe na povećanje sigurnosti u prometu te na očuvanje okoliša. Nedostatak je da nepravilnim izvođenjem tehničkih preinaka postoji mogućnost pogoršanja pojedinih eksploatacijskih značajki.

Cilj preinaka na ispušnom sustavu je umanjiti otpore koji se javljaju pri izlasku ispušnih plinova iz motora, umanjiti buku te emisije štetnih plinova. Da bi se postiglo kvalitetno izgaranje smjese u cilindru motora i omogućila maksimalna iskorištenost energije, bitan je konstantan dovod čistog zraka pri čemu se mnogo pažnje posvećuje preinakama na elementima usisnog sustava. Rashladni sustav motora omogućava održavanje radne temperature motora na optimalnoj razini.

Preinakama na elementima rashladnog sustava postiže se veća učinkovitost hlađenja te se smanjuje trošenje elemenata motora. Međutim, većina korisnika ne kontrolira redovito

radnu temperaturu motora i tako može doći do većih kvarova motora. Pravilnom izradom bregastog vratila dobiva se veći učinak prilikom izgaranja smjese u radnom taktu motora iz razloga što se omogućuje brži i lakši dovod zraka i odvod plinova iz cilindara motora.

Da bi tehničke preinake pozitivno utjecale na eksploatacijske značajke četverotaktnih motora potrebno je zadovoljiti određene zahtjeve poput smanjenja emisija štetnih plinova i buke te ispunjavanja uvjeta sigurnosti u prometu. Osim preinaka koje se izvode unutar vozila, odnosno na motoru, izvode se i preinake na karoseriji vozila u cilju poboljšanja eksploatacijskih značajki. Provođenjem istraživanja te ulaganjem sredstava i vremena za razvoj poboljšavaju se eksploatacijske značajke četverotaktnih motora.

7. LITERATURA

Knjige

[1] Hrvatska obrtnička komora, preveo G. Popović. Tehnika motornih vozila. Zagreb: Pučko otvoreno učilište; 2004. str 14.-134.

Internet izvori

[2] http://www.autonet.hr/pic/900/8131/original.jpg srpanj 2015.

[3] http://blogs.howstuffworks.com/brainstuff/good-question-how-do-you-calculate-the-displacement-like-its-got-a-5-liter-v8-of-an-engine.htm srpanj 2015.

[4] http://auto.howstuffworks.com/engine7.htm srpanj 2015.

[5] http://auto.howstuffworks.com/auto-parts/towing/towing-capacity/information/fpte4.htm srpanj 2015.

[6] http://www.rvs.com/blog/gas-diesel-torque-horsepower/74 srpanj 2015.

[7] http://www.oilspecifications.org/articles/what-are-the-reasons-of-oil-consumption.php srpanj 2015.

[8] http://www.oilspecifications.org/articles/why-change-oil-regularly.php srpanj 2015.

[9] http://www.enginebasics.com/Engine%20Basics%20Root%20Folder/Exhaust%20Flow.html

srpanj 2015.

[10] http://www.car-takumi.com/wp-content/uploads/2013/06/Exhaust_manifold.jpg srpanj 2015.

[11] http://www.apexhaust.com/wp-content/uploads/2013/02/AP-Exhaust-Tail-Pipe.jpg srpanj 2015.

[12] http://www.thecleanaircompany.co.nz/catalytic-exhausts/catalytic-converter.jpg srpanj 2015.

[13] http://contentinfo.autozone.com/znetcs/product-info/en/US/wkr/24441/image/3/ srpanj 2015.

[14] http://www.howitworksdaily.com/wp-content/uploads/2013/07/Muffler.jpg srpanj 2015.

[15] http://mazdagear.com/images/products/detail/Mazda2TailPipeFinsher.jpg srpanj 2015.

[16] http://denverautorepairmechanics.com/wp-content/uploads/2014/04/Air-Filters.jpg srpanj 2015.

[17] http://www.enginebasics.com/Engine%20Basics%20Root%20Folder/Intake%20Manifold.html srpanj 2015.

[18] http://breakneckspeeds.com/wp-content/uploads/2014/05/honda-rbc-inlet-manifold-k20a-civic-integra-type-r-325.jpg srpanj 2015.

[19] http://www.enginebasics.com/Advanced%20Engine%20Tuning/Intercooler.html srpanj 2015.

[20] http://www.enginebasics.com/Advanced%20Engine%20Tuning/Images/Intercooler1.jpg srpanj 2015.

[21] http://auto.howstuffworks.com/turbo.htm srpanj 2015.

[22] http://www.lastchanceautorepairs.com/wp-content/uploads/2013/01/Turbocharger-Replacement-Plainfield-IL.jpg srpanj 2015.

[23] http://www.mitsubishi-motors.com/en/spirit/technology/library/images/mivec-turbo_im_04.jpg srpanj 2015.

[24] http://www.howrah.org/camshaft.html srpanj 2015.

[25] http://www.enginebasics.com/Engine%20Basics%20Root%20Folder/Images/camshaft.jpg srpanj 2015.

[26] http://auto.howstuffworks.com/camshaft1.htm srpanj 2015.

[27] http://auto.howstuffworks.com/cooling-system.htm srpanj 2015.

[28] http://www.monsterautoparts.com/MERCURY/grand%20marquise/_MARQUIS%20IMAGES/crown%20vic%20grand%20marquis%20cooling%20fan.jpg srpanj 2015.

[29] http://www.gates.com/~/media/images/gates/listing-images/automotive/passenger-car-and-light-truck/cooling-system/thermostats/3-offset-thermostat1_ang_a.jpg?la=en srpanj 2015.

[30] http://image.made-in-china.com/2f0j00CMZQVpbrsThf/Car-Water-Pump-for-Toyota-OPA-TY-3027-.jpg srpanj 2015.

[31] http://carmodguide.com/wp-content/uploads/2014/10/Coolant-Level.jpg rujan 2015.

[32] http://www.myturbodiesel.com/images/misc/coolant_mig/reallyoldstyle.jpg rujan 2015.

Popis slika

Slika 1. Princip rada četverotaktnih motora ..... str. 3.

Slika 2. Izgled ispušne grane za četverocilindrične motore ..... str. 11.

Slika 3. Ispušne cijevi ..... str. 12.

Slika 4. Katalizator ..... str. 13.

Slika 5. Rezonator ..... str. 14.

Slika 6. Prigušivač zvuka ..... str. 15.

Slika 7. Ispušni lonac ..... str. 16.

Slika 8. Različiti oblici pročistača zraka ..... str. 18.

Slika 9. Usisna grana ..... str. 19.

Slika 10. Hladnjak ..... str. 20.

Slika 11. Turbo punjač ..... str. 21.

Slika 12. Osovina i lopatice turbo punjača ..... str. 21.

Slika 13. Bregasto vratilo ..... str. 23.

Slika 14. Rashladni ventilator ..... str. 25.

Slika 15. Termostat rashladne tekućine ..... str. 26.

Slika 16. Vodena pumpa ..... str. 27.

Slika 17. Rashladna tekućina ..... str. 29.

Slika 18. Posuda rashladne tekućine ..... str. 30.