

ЗНАЧАЈ ДПФ ФИЛТЕРА СА АСПЕКТА СМАЊЕЊА ШТЕТНИХ ЕМИСИЈА

Ненад Јањић¹, Бранко Савић², Данило Микић³, Драган Николић⁴, Дејан Ковачевић⁵

Резиме: Сагоревање горива у мотору SUS одвија се једним процесом претварања хемијске енергије горива у механичку енергију која се током процеса сагоревања преноси на точкове истог. Овом конверзијом енергије из једног облика у други, између осталог, настају неки гасови, а сви смо сто пута видели црни облак који остаје, рецимо, иза старог камиона FAP [1]. То су биле ситне честице угљеника, односно чађи. Нове технике убризгавања горива су у великој мери смањиле овај феномен, али га нису елиминисале. Проблем који се сада јавља је што су те честице много мање, па их је тешко избацити и сматрају се једним од озбиљних фактора који доприносе загађењу ваздуха. До сада је рађено много истраживања углавном о сагоревању горива и уклањању црног дима на издувним гасовима аутомобила. Истовремено, ово истраживање се сматра једним од озбиљних фактора који доприносе смањењу загађења ваздуха. Из тог разлога прописи постају строжији.

Кључне речи: ДПФ филтери; издувни гасови; честице сагоревања; чађ, регенерација филтера.

SIGNIFICANCE OF DPF FROM THE ASPECT OF REDUCING EMISSIONS

Abstract: The combustion of fuel in the SUS engine takes place in one process of converting the chemical energy of the fuel into mechanical energy which is transferred to the wheels during the combustion process. This conversion of energy from one form to another, among other things, creates some gases, and we have all seen a hundred times a black cloud that remains, say, behind an old FAP truck [1]. These were tiny particles of carbon, or soot. New fuel injection techniques have greatly reduced this phenomenon, but have not eliminated it. The problem now is that these particles are much smaller, so they are difficult to get rid of and are considered one of the serious factors that contribute to air pollution. So far, a lot of research has been done, mainly on fuel combustion and removal of black smoke on car exhaust. At the same time, this research is considered one of the serious factors that contribute to the reduction of air pollution. For this reason, regulations are becoming stricter.

Key words: DPF filters, exhaust gases, combustion particles, soot, filter regeneration.

1. УВОД

Данашњи начин живота намеће потребу поседовања неке врсте моторног возила, без обзира да ли је дизел или бензинац. Наиме, када се на малом простору налази много моторних возила, ваздух постаје загушљив и отрован.

Сагоревањем горива у моторима возила настају издувни гасови и количине испарљивих материја које возило испушта у атмосферу из резервоара за гориво и система. Међутим, издувни гасови садрже преко стотину различитих једињења штетних по животну средину и здравље људи [2].

Прописом о одобрењу утврђују се дозвољене границе емисије штетних материја (угљен-моноксид (CO), угљоводоници HC) и азот-оксида (NOx). У случају мотора са компресијским паљењем (дизел мотори), количина РМ честица (Particulate Matter; већина је чађ), непрозирност издувних гасова и не метанских угљоводоника (NMHC) је такође ограничена [3 - 6]. Ограничена

¹ др, Висока техничка школа струковних студија, Школска 1, Нови Сад, Србија, е-mail: janjic@vtsns.edu.rs

² др, Висока техничка школа струковних студија, Школска 1, Нови Сад, Србија, е-mail: savic@vtsns.edu.rs

³ др, Академија струковних студија косовско метохијска - Одсек Звечан, Нушићева бр.6, Косовска Митровица, Србија, е-mail: mikicdanilo@gmail.com

⁴ др, Факултет примењених наука, Ниш, Србија, е-mail: dragan.nikolic@fpm.rs

⁵ магистар, Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, Србија

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

је и количина испарљивих материја које возило испушта у атмосферу из резервоара и система за гориво.

Аутомобилске емисије испарљивих супстанци сагоревањем горива могу се контролисати на три начина:

- Једна је тежња за потпуним сагоревањем,
- Други је да се вишак угљоводоника врати назад у мотор где ће се одвијати сагоревање,
- Трећи начин је да се обезбеди додатни простор за оксидацију, који се назива катализатор.

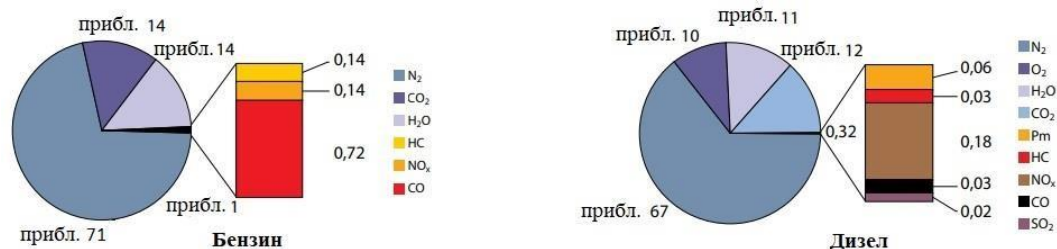
Због строжијих еколошких стандарда, произвођачи су били принуђени да уграђују филтере за честице чађи у дизел моторе. Ови филтери у великој мери спречавају испуштање канцерогених честица у атмосферу, што је одлично за развој екологије и заштиту животне средине, наравно и за наше здравље, али је још један недостатак прилично скуп. Наиме, када се поквари DPF, цена уградње новог може бити хиљаду и више евра.

DPF - FAP филтер имају све турбо дизел моторе EURO 4 и виших стандарда, што значи да скоро сви млађи турбо дизел мотори 2004-2005 имају овај филтер. Peugeot, Citroen и Fiat су били међу првим произвођачима аутомобила који су користили овај филтер 2001. године [7].

Филтери за честице дизела су неопходни да би се смањила количина штетних честица које се испуштају из возила са дизел моторима. Иако су филтери за честице веома ефикасни у смањењу количине честица које се емитују из дизел мотора већина филтера мора прилично редовно да сагорева заробљене честице, што се назива „регенерација“ [8].

Већина светских произвођача аутомобила увела је стандарде који би смањили загађење животне средине. Ови стандарди „Euro“ одређују колико издувних гасова може да садржи штетне честице у различитим условима употребе, као и колико километара мотор мора да издржи, док емисија ових честица може да одступа само у одређеном проценту.

Састав издувних гасова бензинских мотора разликује се од састава издувних гасова дизела мотора.



Слика 1 – Састав издувних гасова бензинског и дизел мотора [9]

DPF филтер, за честице, сакупља већину чађи која се формира током сагоревања дизела и која би нормално прошла кроз издувне гасове у атмосферу. Ове честице такође могу изазвати здравствене проблеме код људи, посебно респираторне проблеме ако су људи током времена изложени високим концентрацијама гасова [8]. Чињеница је да возила на дизел мотор, ма колико била модерна, емитују опасне честице ако немају одговарајући систем за њихово неутралисање. Ови филтери се користе већ дуже време и данас скоро да нема новог аутомобила са дизел мотором без DPF филтера [9], [10].

Израз DPF на енглеском је скраћеница за (Diesel Particulate Filter - Филтер за дизел честице), или на француском језику, FAP (Filtrea particules-филтрира честице), а односи се на уређај у издувном систему аутомобила чији је задатак да уклони ситне честице (чађ) које настају приликом сагоревања дизел горива у мотору. Филтери и честице су филтери за честице чађи и део аутомобила, издувни систем. Старији дизел мотори имају само DPF филтер у кућишту, док новији пре DPF-а дизел мотори често имају катализатор у кућишту који иде после

турбине. Сврха овог филтера је да смањи емисију штетних издувних гасова задржавањем честица чађи унутар система када се аутомобил вози на кратким релацијама [10].

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Жеља за еколошки чистијим и здравијим природним окружењем, са високим животним стандардом, навела је светску заједницу да прописима натера произвођаче аутомобила на другачији и све строжији однос према животној средини. Табела 1 показује како су се законски прописи мењали током деведесетих година у Европи [11].

Произвођачи евро дизела захтевају следеће карактеристике од произвођача мотора путничких аутомобила.

Табела 1 - Хронологија прописаних издувних емисија (g/km) [12 - 15]

Гориво	Датум	СО	НС	НС + NOx	NOx	PM
Дизел мотори						
Euro 3	01. 2000.	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro 4	01. 2005.	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Euro 5	2008.	0.50	-	0.25	0.20	0.005
Бензински мотори						
Euro 3	01. 2000.	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro 4	01. 2005.	1.0	0.10	-	0.08	-
Euro 5	2008.	1.0	0.075	-	0.06	-

Ознаке коришћене у табели 1 имају значења:

PM - Чврсте честице сагоревања дизела се мере гравиметријским методама. У зависности од стандарда, могуће је и оптичко мерити провидност издувних гасова дизела.

NOx - Азотни оксиди који се састоје од натријум оксида (NO) и азот-диоксида (NO₂).

НС - Угљоводоници су регулисани као укупне емисије угљоводоника (THC) или као емисије угљоводоника без метана (NMHC). Понекад стандард може прописати максималну заједничку вредност за THC + NMHC уместо две појединачне количине.

СО - Угљен моноксид.

DPF филтер се састоји од керамичког саћа од силицијум карбида и металног кућишта. Керамичко саће има велики број паралелних канала који се наизменично затварају. Зидови филтера од силицијум карбида су порозни и обложени мешавином катализатора алуминијума и носача од цер оксида. Преко тог носећег слоја нанет је танак филм платине, родијума, паладијума, који служи као катализатор и за себе везује штетне честице.

Пошто су канали филтера наизменично затворени, а зидови од силицијум карбида порозни, гас пролази кроз њих док се честице чађи и друге нечистоће задржавају [7].

Филтери за честице дизела су систем за издвајање чађи из издувних гасова дизел мотора. У зависности од модела, користе се два модела: Дизел филтери за честице без адитива се користе у возилима где се филтер честица налази у близини мотора. Системи адитива се користе у возилима где није могуће уградити филтер за честице у близини мотора.

Филтер са каталитичким премазом ради без адитива и користи премаз филтера од племенитог метала који ради на два начина. У пасивној регенерацији долази до спорог и пажљивог претварања чађи таложене у катализатору у СО₂. Овај поступак се одвија у температурном

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

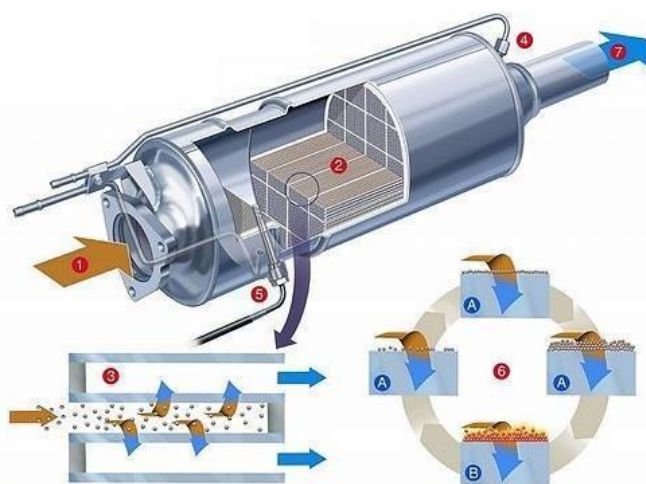
опсегу од 350° - 500°C и тече континуирано, посебно када се вози углавном аутопутем, без посебних мера [10].

Филтер за честице дизела (DPF) је уређај, саставни део издувног система дизел мотора, који уклања чађ насталу сагоревањем дизел горива. DPF филтери уклањају око 85% чађи из издувних гасова, и у неким случајевима је могуће да овај проценат достигне 100% (као што је приказано на слици 2) [16].

Приказ на слици 2 описује делове (DPF) и принцип рада дизел филтера. бр. 1 са слике означава улаз издувних гасова, бр. 2 представља попречни пресек језгра DPF филтера, бр. 5 сензор температуре, бр. 4 сензор притиска, бр. 7 пречишћени издувни гас. Бројеви 3 и 6 показују принцип рада филтера, док део означен бројем 6 приказује циклус чишћења: А-фаза филтрације, В-фаза регенерације.

Рад DPF филтера прати ECU - Управљачка јединица мотора, односно модул који управља функцијама система мотора. То се постиже кроз серију електричних компоненти и сензора који враћају обрађене податке у мотор.

Постоји неколико различитих DPF филтера: DPF филтери који користе гориво за возила (дизел) за регенерацију и DPF филтери који користе посебне адитиве као што је (Peugeot). DPF филтери су дизајнирани да се обнављају само чишћењем током рада мотора. Овај процес се назива регенерација DPF филтера.



Слика 1 – Попречни пресек система и функција филтера за дизел честице (DPF)

Век трајања DPF филтера једнак је веку трајања аутомобила, односно требало би да буде ако је мотор аутомобила исправан и ако се регенерација врши редовно. Сви проблеми који се јављају резултат су неисправног мотора или игнорисања упозорења о регенерацији.

Из тог разлога сервиси за чишћење филтера инсистирају да се филтер уклони током регенерације (чишћења) у сервисном центру где се могу идентификовати грешке и кварови у раду мотора који су довели до зачепљења филтера [17].

2.1. Регенерација DPF

Рад филтера за честице заснива се на две узастопне фазе: филтрацији чађи и накнадној регенерацији. Током филтрације, чађ се таложи на зидовима, а пречишћени издувни гасови се испуштају у атмосферу. У овом случају, честице величине 0,1 - 1 μm (микрона) могу проћи кроз филтер. Њихов удео је око 5% од укупног броја. Међутим, они су опасни за околинду, а посебно за живот људи.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Честице чађи накупљене унутра могу ометати пролаз истрошених издувних гасова, узрокујући пад снаге мотора. Због тога се филтер честица периодично обнавља. У зависности од дизајна произвођача, процес регенерације се може одвијати на различите начине. Регенерација је процес уклањања накупина чађи из филтера и може се изводити на три начина: пасивно - када се вози током нормалног рада мотора на температури издувног система од 550°C довољном да сагори већину чађи у филтеру, активно - контролише ECU јединице. Када засићење филтера чађом достигне 45%, ECU ће повећати температуру издувних гасова на 600°C додатним увођењем горива и тако ће накупљена чађ у филтеру сагорети. Активан процес се обезбеђује само на сваких 1.000 до 1.200 km (километара) за додатну регенерацију филтера за дуге периоде ниског оптерећења, на пример у градској вожњи, активним подизањем температуре издувних гасова за око 600°C, где честице таложене у филтеру сагоревају на тој температури.

У случају система адитива, адитив смањује температуру паљења чађи на приближно 500°C.

У зависности од стила вожње, регенерација је потребна на сваких 500 до 700 km. Доплата за ту прилику сваког допуњавања горива се аутоматски сипа у резервоар за гориво. Један литар адитива је довољан за око 2.800 l (литара) горива [18].

Постоје пасивна и активна регенерација филтера за честице или честица чађи. Пасивна регенерација настаје када температура издувних гасова у вожњи постане довољно висока да наслаге накупљене у филтеру изгоре (чађ може да почне да гори) без додавања горива, интервенције возача итд. Ово се дешава на отвореном путу (слика 3).



Слика 3 - DPF филтер гори на ауту

Међутим, након око 150.000 km коришћења возила, нивои чађи лако постају већи него што пасивна регенерација може да реши. Тада рачунар уз помоћ сигналних лампа (сугерише возачу да почне дужу вожњу у нешто оштријем режиму. Ово повећава температуру у филтеру и врши се активна регенерација.

Активна регенерација настаје код аутомобила које се возе на кратким релацијама, па се не могу постићи довољне високе температуре за пасивну регенерацију и филтер достигне око 45% капацитета. Тада електроника активира жуту DPF лампицу упозорења, подиже температуре издувних гасова додатним убризгавањем горива у цилиндар код издувног корака мотора или директно у издувну грану.

Активна регенерација у складу са упутствима произвођача захтева интервенцију возача, допуњавање горива итд., и може се обавити током нормалне вожње или покренути овлашћени сервисни центар. Форсирање активне регенерације настају изузетно високе температуре које врло брзо могу трајно оштетити филтер и мотор [10], [19].

Ако се возило креће малом брзином, температура издувних гасова не може порастати, тако да не може доћи до регенерације. У том случају, лампица упозорења ће се упалити на контролној табли аутомобила. Не преостаје ништа друго него да се возило паркира у гаражи ради

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

„принудне“ регенерације ради заштите мотора и DPF филтера. Возилу ће бити потребна регенерација, коју може да обави само сервис опремљен специјалном дијагностичком опремом. Такође, ће бити потребно заменити уље и филтер.

Током активне регенерације можемо приметити:

- Већу брзину мотора у празном ходу,
- Аутоматско заустављање/Auto stop/старт не ради,
- Повећану потрошњу горива,
- Различити звуци мотора.

Регенерација се одвија загревањем DPF филтера и испуштањем горива у њега. Овај процес се назива регенерација. Процес регенерације се одвија тако што мотор убризгава додатно гориво у издувни колектор. На овај начин се смањује и помаже емисија штетних издувних гасова. Главни узрок зачепљења филтера за честице чађи (DPF) су честе кратке удаљености, на којима се не остварују, не стижу услови за регенерацију. Проблеми са DPF филтером се понављају с времена на време око 3 месеца.



Слика 4 - Линија регенерације DPF филтера: DP Line NS-019L

Очекује се да ће DPF филтери дизел мотора у будућности бити главни извори енергије за индустријске машине данас због њихове врхунске економичне ефикасности, поузданости и издржљивости. Истовремено, сматрају се једним од озбиљних фактора који доприносе загађењу ваздуха. Техничке карактеристике линије дате су у табели 2.

Табела 2 - Техничке карактеристике линије

DP Line NS-019L	Технички подаци
Спољашње димензије	2515×1230×2250 mm
Унутрашње димензије	1900×935×915 mm
Тежина машине	850 kg
Материјал	Inox-stainless steel
Запремина резервоара	265 l + 70 l укупно 335 l
Напајање	380 V – 3 фазе
Прикључак на ваздушну мрежу	8 bar-a
Аспирација	1400 m ³ /h
Укупна потрошња/радна потрошња	13,7 kW/14 kW
Опрема	Аспиратор, систем филтрирања воде, систем прихвата и учвршћивања филтера, мерачи притиска у филтерима, грејачи воде, екран осетљив на додир, штампач, аутоматско додавање воде, дуал сушење у машини и ван машине, конектори.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Колики је значај екологије у аутомобилској индустрији, говоре и подаци да, према новом закону који је усвојила Европска комисија, произвођачи аутомобила емитују угљендиоксид (CO₂) како би нова возила била опремљена еколошким иновацијама. Они ће моћи да се користе унутар EU за штетне емисије (ETS) и циљ новог закона је да подстакне аутомобилску индустрију да улаже у нове технологије које ће смањити емисију CO₂.

Брисел се нада да ће на тај начин подстаћи аутомобилску индустрију да до 2015. оствари циљеве које је поставила Унија у ограничавању емисије CO₂ на 130 g (грама) по километру у просеку до 2015. године. Тиме би емисије биле смањене за петину у односу на ниво из 2007. године. Нове зелене технологије могле би да допринесу том циљу са 7 g (грама) по километру.

Листа технологија укључује иновације у снази или решења која штеде енергију коју троше неопходни системи у аутомобилу.

Резултати испитивања DPF филтера на возилу Opel Astra 1.9 дизел, након демонтаже филтера са возила врши се визуелна контрола бороскоп камером у унутрашњост филтера да се види да нема физичког оштећења, често долази до прегоривања филтера и уништења истог, у том случају се не предузимају даљи кораци ка испитивању. Ако је физички филтер исправан, врши се упумпавање ваздуха под притиском 1000 mbar, ако притисак у систему износи преко 10 mbar-а, што у нашем случају тестирања износи 314 mbar-а, и указује да је DPF запрљан, приступа се прању а непосредно пре прања у сам филтер се додаје адитив у виду прашка око 50 g (грама), затим се ставља у машину за чишћење, софтвер у програму памти почетно стање запрљаности, притиском на тач панелу започиње се циклус прања. Сам циклус прања се врши тако што се упумпава вода под константним притиском 2,5 bar-а и протока око 6 lit/s, што обезбеђује фреквентни регулатор броја обртаја пумпе, температуре воде је 90° а време испирања траје од 30 до 45 min (минута) у зависности од величине филтера. Да би прање било што ефикасније, у току прања се врши убацивање ваздуха под притиском од 8 bar-а, то су такозвани ваздушни удари који трају 3 s (секунде) у току прања има до 9 таквих удара у различитим интервалима зависно од програма који је изабран за прање. После прања поново се врши читавање теста запрљаности где се сада читава 0 mbar-а, што значи да нам је сад филтер очишћен. Након циклуса прања следи сушење филтера удубавањем ваздуха t-130° степени путем пумпе за ваздух (слика 5, 6, 7, 8, 9, 10).



Слика 5 - Тестирање DPF филтера пре регенерације



Слика 6 - Процес регенерације



Слика 7 - Тач панел, приказ пре регенерације

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године



Слика 8 - Штампање резултата после регенерације



Слика 9 - Тач панел, приказ после регенерације



Слика 10 - Резултати после регенерације

4. ДИСКУСИЈА СА АНАЛИЗОМ

Допринос у овом раду се огледа у поступку истраживања превентивног механичког чишћења DPF-а, које захтева одлазак у овлашћени сервис, демонтажу са возила, преглед *Boros* камером да би се визуелно утврдило да ли је филтер прљав и потом стављен у машину ради даље обраде (прање).

Када возило ради у исправном режиму, филтер је обично засићен (прљав) око 45%, мерење се врши инструментом за мерење повезаним са рачунаром, мерењем притиска у издувном систему пре и после филтера преко сензора (предајника притиска). Услед повећања загађења, компјутер покреће регенерацију, односно додаје више горива у систем и повећава температуру у DPF-у, где честице чађи сагоревају и потом се испуштају у атмосферу. Проблем настаје када крене регенерација, што захтева да мотор ради у таквом режиму око 15 минута, а возило је у градској возњи, кратким релацијама и гасимо мотор јер смо стигли на одредиште, штедимо гориво и заустављамо процес регенерације. Насlage честица чађи се лепе за унутрашњост саћа у филтеру и када се такви поступци понављају долази до прекомерног засићења филтера и преко 90% где издувни гасови не могу да прођу, долази до квара, неравномерног рада, губитка снаге, трзање током возње, повећања буке у издувном систему.

Тада више не помаже регенерација у аутоматском раду већ се DPF мора демонтирати и физички очистити, али се тиме продужава век трајања филтера. Поступак чишћења се ради тако што се у сам филтер сипа хемијски препарат у праху реда величине око 50 грама и налије се вреле воде око 2 литре и остави се да одстоји десетак минута и затим се монтира у машину за прање. У машини се причвршћује филтер на потисну цев из пумпног система где пумпа потискује врелу воду температуре 90°C, врши се проток воде кроз филтер са ударима ваздуха из пнеуматске инсталације од 6 бара којих има 9 удара по 5 секунди у укупном трајању прања од 30 минута. У већини случајева филтери који се прегледају, 90% су и стварно запрљани од којих неки и не могу да се очисте јер су превише запечени, док су неким запущени отвори за сензоре па пријављују грешку на рачунару али могу да се возе.

Трошкови оваквог поступка чишћења са демонтажом и монтажом DPF-а износе у просеку око 15.000 динара, што није мало и представља додатни трошак око одржавања возила. Често долази до проблема због занемаривања ових поступака. Многи мисле да ће се то нешто само средити у току возње па још под већим бројем обртаја мотора и тада настаје проблем. Често долази до превелике температуре где долази до топљења саћа или тоталног уништења и мора се купити нов DPF чија је цена и до 800 еура, плус радови на демонтажи и монтажи а могу доћи пропратни кварови око EGR вентила и турбине јер издувни гасови су морали негде изаћи. Када већ дође до таквог повећања трошкова да се возило оспособи за возњу а сама цена возила је у просеку 3000-4000 еура многи се одлучују на скидање DPF-а или га једноставно пробуше на неколико места подужом бургијом где се остварује неометан проток издувних гасова а грешке

се пониште на рачунару. Многи се хвале како им сада возило иде перфектно а не примећују црни облак иза себе.

Прилог у овом раду показује да су DPF филтери у дизел моторима веома осетљиви и да је њихова поправка при механичком чишћењу видно ефикасна, мотор се враћа у нормалан рад и тиме доприноси дужем веку и мотора и филтера, а вредности емисије CO₂ су доведени у приближно фабрици износ око 145g/km, чиме се смањује загађење животне средине.

Препоручује се механичко чишћење DPF-а најмање сваких 15.000 km ако је мотор у добром стању, ако мотор има лоше сагоревање, пре ће се запрљати.

5. ЗАКЉУЧАК

Потреба за очувањем животне средине и здравља људи доводи до све строжијих захтева у погледу дозвољених граница емисије штетних материја из мотора са УС. Уз континуирано унапређење процеса сагоревања у цилиндру мотора, унапређење постојећих или развој нових система за пречишћавање издувних гасова и оптимизацију управљања мотором и возилом уопште, квалитет горива је постао једна од важних чињеница потребних за испуњавање строгих захтева.

Развој нових система за пречишћавање издувних гасова је једна од најважнијих чињеница у заштити животне средине у циљу смањења емисије штетних издувних гасова.

У циљу смањења NO_x, постоји могућност враћања дела димних гасова у комору за сагоревање, чиме се емисија може смањити за око 30%.

Емисије честица су смањене наношењем DPF-а - Diesel Particulate Filter - на металну или керамичку подлогу. Филтер се чисти сагоревањем - углавном чађи.

Оксидациони катализатори (који се користе у Otto моторима), у дизел моторима се користе за смањење утицаја HC угљоводоника у систему повратка димних гасова или смањење HC и CO који се јављају на почетку регенерације DPF-а.

Све су то мере за смањење штетних издувних гасова које данашњи аутомобили на дизел мотор треба да имају како би емисије таквих гасова биле ниске или готово занемарљиве.

Смањење загађења животне средине моторним возилима могуће је на различите начине:

Надоградња мотора и возила; развој и примена алтернативних погонских возила (горивих хелија, електричних погона, ...) - посебно применљивих за урбане услове; побољшања квалитета горива; контрола губитака испаравањем у производњи, дистрибуцији и употреби горива; елиминација или барем смањење старијих возила која веома загађују; фискалне мере за обесхрабривање непотребне употребе моторних возила; побољшање система јавног превоза и наравно развој нових система за пречишћавање издувних гасова.

DPF су заправо дизајнирани да трају више 160000 km али ако се возило правилно вози, многи ће далеко премашити ову километражу [19].

У будућности, модел регенерације ће бити интегрисан за валидацију са активним тестовима регенерације за тестирање формираног модела хемијске реакције током процеса регенерације.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://autorepublika.com/2021/01/17/dpf-i-gpf-u-epizodi-braca-po-materi-ili-po-braca-po-euro-standardu/>, јануар 2022.
- [2] Радојевић, Н. и др.: *Развој дизел мотора са аспекта економичности и заштите животне средине и могућности примене алтернативних горива*, Саветовање „Рационално газдовање енергијом у широкој потрошњи“, Београд, 1997.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

- [3] Живковић, М.: *Мотори са унутрашњим сагоревањем*, II део, Машински факултет, Београд, 1988.
- [4] Хеууд, Ј.Б.: *Интернал Цомбустион Енџине Фундаменталс*, МцГрав-Хилл, Сингапоре, 1988, стр. 930.
- [5] AVL Inc., AVL-BOOST Version 2010.1 *Aftertreatment Manual*, Austria, 2010, стр. 418.
- [6] De Nevers, N.: *Air Pollution Control Engineering*, McGraw-Hill, USA, 2000, стр. 608.
- [7] <https://www.dpfservis.rs/o-fap-dpf-filterima/>, јануар 2022.
- [8] <https://www.navidiku.rs/firme/auto-servisi-beograd/sta-morate-da-znate-o-dpf-filterima-ukoliko-imate-dizel-motor>, јануар 2022.
- [9] Dieter, B., Heinrich, B., Dustin, S.: *Kontrola emisije izduvних gasova i OBD*, MS Motor Service International GmbH
- [10] <https://www.polovniautomobili.com/auto-vesti/saveti/5316/ciscenje-dpf-filtera-moze-da-ustedivise-hiljada-evra>, јануар 2022.
- [11] Буквић, А.: *Смањење емисије издувних гасова употребом алтернативних горива*, Војнотехнички гласник 1/2007.
- [12] <http://www.agroauto.ba/homologacija/euro.html>, јануар 2022.
- [13] <https://www.nacionalnaklasa.com/1329/euro-3-automobili>, јануар 2022.
- [14] Калауз, З.: *Испитивање испусних плина моторних возила*, Загреб, 2000.
- [15] Кусура, Ф. и др.: *Стручни билтен-ИПИ*, Зеница, 2007.
- [16] Konstandopoulos, A. G. et al.: *Fundamental Studies of Diesel Particulate Filters: Transient Loading Regeneration and Aging*, SAE International 2000-01-1016.
- [17] Wirojsakunchai, E. et al.: *Detailed Diesel Exhaust Particulate Characterization and Real-Time DPF Filtration Efficiency Measurements during PM Filling Process*, SAE International 2007-01-0320.
- [18] http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars/index_en.htm, svibanj 2016, јануар 2022.
- [19] <https://www.navidiku.rs/firme/auto-servisi-beograd/sta-morate-da-znate-o-dpf-filterima-ukoliko-imate-dizel-motor>, јануар 2022.