

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Експлоатација моторних возила и мотора 1

Број индекса: 96/2005

Ненад Б. Златковић

**Погонско гориво као узрок појаве
неисправности возила у експлоатацији
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф.др Божидар В. Крстић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Универзитет у Крагујевцу

Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

Катедра за моторна возила и моторе

Основне академске студије – друмски саобраћај

Предмет: Експлоатација моторних возила и мотора 1

Предмет: Предлог теме за завршни рад за студента **Ненада Златковића**, рег.бр. 96/2005в

Предлажем Катедри за моторна возила и моторе Машинског факултета у Крагујевцу да прихвати радни назив теме за завршни рад из предмета Експлоатација моторних возила и мотора 1 за кандидата **Ненада Златковића**, рег.бр. 96/2005в, под називом:

„Погонско гориво као узрок појаве неисправности возила у експлоатацији“.

У оквиру завршног рада посебну пажњу треба обратити на следеће:

- Погонска горива која се користе за погон моторних возила: врсте, карактеристике, предности и недостаци
- Погонски системи који се користе за погон моторних возила: врсте, конструктивна решења, карактеристике
- Законска регулатива која се односи на погонска горива за моторна возила
- Погонско гориво као узрок појаве неисправности моторних возила у експлоатацији: неадекватно гориво по врсти, по квалитету
- Манифестације неисправности које настају због примене неадекватног погонског горива и начин њиховог отклањања
- На примеру једног конкретног возила приказати утицај примене погонског горива на његове експлоатационо техничке карактеристике, начин утврђивања неисправности, као и начин њиховог отклањања.

07. 12. 2011.год.

Предлагач теме:
Предметни наставник

Др Божидар В. Крстић, ред. проф.

Катедра за моторна возила и моторе сагласана са предложеним називом и садржајем теме завршног рада.

Шеф Катедре за моторна возила и моторе: др Драгољуб Радоњић, ред. проф.

Резиме

У оквиру завршног рада, у првом делу су обрађена погонска горива за моторна возила, врсте горива, њихове карактеристике, предности и мане. Затим, у другом делу рада дата су објашњења погонских система, њихова подела, конструктивна решења и област примене. У трећем делу рада приказан је утицај погонског горива на појаву неисправности моторног возила, неадекватно гориво по врсти, по квалитету, а затим и маснифестације тих неисправности и начин њиховог отклањања. После тога, мало пажње је посвећено и законској регулативи која се односи на погонска горива, прописи и захтеви, који су из године у годину све ригорознији, и који се пре свега односе на смањење садржаја олова у адитивима за бензинска горива и смањење сумпора у горивима за дизел моторе. На крају, дат је пример возила и утицај погонског горива на појаву неисправности возила у експлоатацији.

Кључне речи: погонско гориво, бензин, дизел, погонски мотор, емисија.

Abstract

In the final paper, the first part explains fuels for motor vehicles, fuel types, their characteristics, advantages and disadvantages. Then, in another part we have explanation given operating system, their classification, design solutions and application area. Third part of the work shows influence of fuel on the occurrence of motor vehicle defects, inadequate fuel by type, by quality and then possible failures of these defects and ways of removing these defects. After that, little attention has been devoted to the legislation which applies to fuels, regulations and requirements, which are from year to year, rigorous, and that is primarily related to the reduction of lead content in fuel additives for gasoline and reducing sulfur in fuels for diesel engines. Finally, an example is given of vehicles and the impact of fuel on the occurrence of breakdown in service.

Keywords: fuel, petrol, diesel, drive motor, emissions.

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ГОРИВА.....	2
2.1. Увод.....	2
2.2. Горива мотора са унутрашњим сагоревањем.....	3
2.3. Нафта.....	4
2.3.1. Прерада нафте.....	5
2.4. Бензин.....	7
2.4.1. Рефолмулисан бензин.....	7
2.5. Дизел гориво.....	8
2.5.1. Рефолмулисано дизел гориво.....	8
2.6. Алтернативна горива.....	9
2.7. Биогорива.....	9
2.7.1. Биодизел.....	10
2.8. Гасовита горива.....	11
2.8.1. Водоник.....	11
2.8.2. Течни нафтни гас.....	12
2.8.3. Природни гас.....	13
3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ГОРИВА МОТОРА СА УНУТРАШЊИМ САГОРЕВАЊЕМ.....	15
4. ПОГОНСКО ГОРИВО КАО УЗРОК ПОЈАВЕ НЕИСПРАВНОСТИ МОТОРНИХ ВОЗИЛА.....	18
4.1. Неадекватно гориво по врсти, по квалитету.....	18
4.2. Досипање погрешног горива у резервоар.....	20
5. ПОГОНСКИ СИСТЕМИ ЗА ПОГОН МОТОРНИХ ВОЗИЛА.....	22
5.1. Дефиниције и врсте мотора.....	22
5.2. Историјски датуми у развоју мотора са унутрашњим сагоревањем.....	24
5.3. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем.....	25
5.3.1. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према намени.....	25
5.3.2. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према врсти примењеног горива.....	26
5.3.3. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према начину припремања смеше.....	26

5.3.4. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према начину упаљења смеше.....	26
5.3.5. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према начину остварења радног циклуса.....	27
5.3.6. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према конструкцији.....	27
5.3.7. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према хлађењу.....	29
5.4. Принцип рада четвортактних мотора са унутрашњим сагоревањем.....	29
5.4.1. Четвортактни ото мотор.....	29
5.4.2. Четвортактни дизел мотор.....	31
5.5. Двотактни мотори са унутрашњим сагоревањем.....	36
5.5.1. Опште карактеристике савремених двотактних мотора.....	39
6. МАНИФЕСТАЦИЈЕ НЕИСПРАВНОСТИ КОЈЕ НАСТАЈУ УСЛЕД ПРИМЕНЕ НЕАДЕКВАТНОГ ГОРИВА.....	41
6.1. Нормално и ненормално сагоревање код дизел мотора.....	41
6.2. Ненормално сагоревање у ото моторима.....	46
7. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА КОЈА СЕ ОДНОСИ НА ПОГОНСКА ГОРИВА ЗА МОТОРНА ВОЗИЛА.....	52
7.1. Стандарди за моторне бензине.....	53
7.1.1. Српски стандарди за моторне бензине.....	53
7.2. Стандарди за дизел горива.....	55
7.2.1. Српски стандарди за дизел горива.....	55
7.2.2. ЕУ – стандарди за дизел горива.....	61
7.2.3. Међународни стандарди за дизел горива.....	63
7.3. Стандарди за течни нафтни гас – ТНГ	66
7.3.1. Захтеви и методе испитивања.....	67
7.3.2. Методе за израчунавање моторног октанског броја на основу анализе ТНГ – а.....	69
7.3.3. Сезонске границе за напон паре на 40 °С.....	69
8. УТИЦАЈ ПРИМЕНЕ ПОГОНСКОГ ГОРИВА НА ЕКСПЛОАТАЦИОНО ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОЗИЛА.....	70
9. ЗАКЉУЧАК.....	73
10. ЛИТЕРАТУРА.....	74
11. ПРИЛОЗИ.....	76

1. УВОД

У прошлом веку, мотор са унутрашњим сагоревањем је променио свет. Људима је омогућено да аутомобилима и другим превозним средствима путују брже и даље него пре. Како све више и више људи путује све више и више километара, то се у атмосферу ослобађа све више сумпора, олова и низ других штетних материја. Животна средина је затрована и она утиче на биљке, животиње и људе. Највећи проблем је угљендиоксид, који се јавља при сагоревању горива. Милиони тона овога гаса годишње се ослобађа у атмосферу. Угљендиоксид се у атмосфери акумулира у слоју који рефлектује сунчеву светлост назад на земљу па тако долази до климатских промена. Мишљења научника су различита по питању прогноза о последицама глобалног загревања, али нема сумње да ће климатске промене утицати на свакога јер су то најчешће временски догађаји као што су олује, суше, поплаве и друге. Ако желимо да помогнемо и успоримо климатске промене, потребно је да променимо своје навике превоза или да прибегавамо чистијим горивима. Емисија из возила је генерално мала у односу на емисију створену антропогеним активностима (стварање струје, грејање станова), тј. свим људским активностима. У укупној емисији угљендиоксида природа учествује са 95%, а антропогене активности са 5%. Како број аутомобила на путевима непрекидно расте у многим градовима аутомобил је један од највећих узрока загађења. Гасови који изазивају ефекат стаклене баште су: водена пара, угљендиоксид, азот-субоксид, метан и др. Смањење негативног утицаја возила на околину остварује се бројним технолошким и конструктивним новинама, које су повезане са повећањем цене возила. Све до изналажења добрих и трајних решења, штедња горива даје најбоље резултате и са аспекта чисте екологије: мање утрошеног горива – мање штетних компоненти, које се у атмосферу избацују са издувним гасовима. Сем тога, треба имати на уму да техничка исправност мотора и правилна експлоатација, поред штедње горива, доприносе и „здравијој“ издувној емисији, тј. мањој присутности штетних компоненти у издувним гасовима. Данас се у свету чине огромни напори да се присуство штетних компоненти у издувним гасовима смањи на што мању меру. Због тога се данас поред фосилних горива све више тежи ка коришћењу и алтернативних врста горива: биогорива, природног гаса, електричне енергије, горивих ћелија и др.

2. ГОРИВА

2.1. Увод

Три милијарде година трајало је формирање земље, а исто толико трајао је процес формирања и таложења енергетских материјала, пре него што је настала људска цивилизација, способна да искористи њихову моћ. Првобитни човек, који се појавио пре 1-2,5 милиона година, располагао је само снагом својих мишића. Човек је развијао трајну снагу од 0,05-0,06 kW, чему је одговарао рад од 600-700 kWh годишње. Пре око пола милиона година пронађена је ватра, која је коришћена за загревање и одбрану од грабљивица. У то време главно гориво је било биомаса, односно дрво. Забележено је да је човек 5000 година п.н.е. још увек обављао све радње сам, а тек 3500 године п.н.е. почео коришћење животиња за вучу саоница. Трајна снага једног коња креће се од 0,5-0,7 kW. Овакво повећање коришћења анималне снаге омогућило је развој пољопривреде, заната и духовне културе човека.

Добијање нафте у Месопотамији почело је 6000 – 8000 година п.н.е. а у Кини угаљ и земни гас користи се 1100 година (пре нове ере) за производњу метала, шећера, барута и др. Један век касније, око 1000 п.н.е. Арапи користе енергију воде и ветра. У седмом веку на територији данашњег Ирана у примени су биле хоризонталне ветрењаче које су могле да користе енергију ветра без обзира на смер деловања. У Европи, 1180год. у Француској и 1191год. у Енглеској појављују се вертикалне ветрењаче. Прва електрана почела ја са радом 1881 год. у држави Висконсин а у Њујорку 1882 год.

Коришћење кокса за грејање спомиње се 1587 год. у Енглеској, а 1691 год. у Ирској почиње коришћење гаса за осветљење. Године 1695 год. из уљних шкриљаца почиње добијање течног горива.

Сунчева енергија се користи у 18-том веку, али је тек 1864 год. у Алжиру пуштена у рад соларна радна машина која је захваљујући огледалу пречника 5 m обезбеђивала довољно енергије за погон пумпе капацитета 2,5 тоне воде у минути, Ламбић, (1991). Од 19-ог века настаје ера интезивног коришћења енергетских извора јер су већ освојене следеће погонске машине:

- парна машина
- бензиски и дизел мотор
- парна и гасна турбина и
- водни и ветрени мотори, соларне машине и електромотори

2.2. Горива мотора са унутрашњим сагоревањем

Гориво је свака материја која под одређеним условима може да сагорева. Процес сагоревања у пракси је доста сложен и праћен низом других физичких и хемијских процеса, али је сваком сагоревању заједничко ослобађање топлотне енергије. Количина топлотне енергије која се добија потпуним сагоревањем јединичне масе (обично 1 kg) горива назива се енергетска способност горива, или топлотна моћ. Енергетска способност горива најчешће се код чврстих и течних горива изражава у килоџулима по килограму (kJ/kg), а код гасовитих у килоџулима по кубном метру (kJ/m³), уз навођење услова притиска и температуре при којима се мери m³ гасовитог горива. Сва горива се према врсти агрегатног стања у коме се налазе при нормалним условима притиска и температуре (услови у нашој околини) деле на чврста, течна и гасовита.

Сваки процес сагоревања је вид мање или више бурне оксидације горивих елемената. Сагоревање у суштини може бити по принципу жарења и по принципу пламена. Жарење је карактеристично за чврста горива, док се пламен јавља приликом сагоревања гасовитих горива. Што се тиче течних горива, важно је напоменути да је њихово сагоревање могуће тек по њиховом испаравању. Када се приношењем страног извора топлоте врши упаљење неког течног горива, у ствари се најпре под утицајем доведене топлоте испаравање потребне количине горива, па тек онда његово упаљење. Ове није лако раздвојити, јер се при изгарању течног горива под утицајем ослобођене топлотне енергије перманентно врши испаравање и сагоревање испареног горива. Није сваки процес сагоревања исти са аспекта бурности, тј. с обзиром на брзину сагоревања и одвијања других пратећих процеса. Веома бурно сагоревање, уз нагло ослобађање релативно великих енергија, назива се експлозијом. Нарочит вид експлозивног сагоревања, где су брзине одвијања процеса веома велике, назива се детонантно сагоревање. Овакав начин сагоревања нарочито је неповољан код мотора СУС, јер много доприноси лошој економичности мотора, али и великој опасности од оштећења и хаварија виталних моторских склопова.

Горива намењена савременим моторима са унутрашњим сагоревањем морају да испуне неке посебне захтеве, мање битне за примену горива у неке друге сврхе.

Неки од најважнијих захтева су:

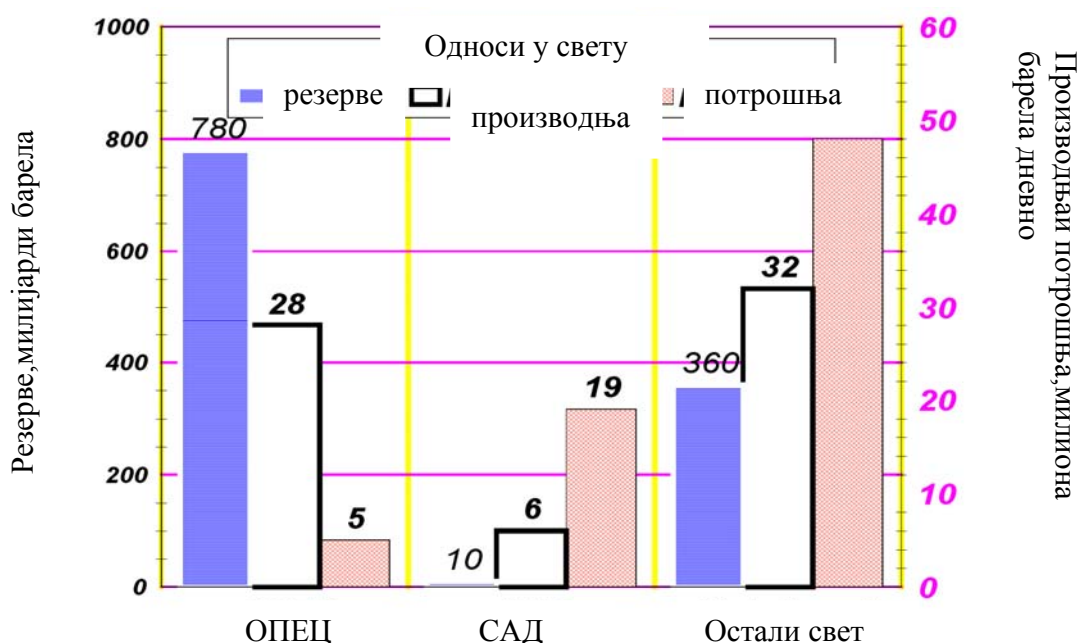
- висока енергетска способност, уз што нижу цену горива
- могућност лаког и брзог образовања одговарајуће смеше са ваздухом, уз добре особине смеше са аспекта брзине сагоревања
- хемијска стабилност горива и неагресивност према материјалима делова и склопова са којима долази у додир
- што је могуће мање штетних компоненти у издувној емисији, као и сагоревање без разних остатака и талога
- што боља упaljивост при ниским температурама и хладном мотору
- погодност руковања и складиштења

Већину ових захтева данас најбоље испуњавају горива добијена на бази деривата нафте. Њихов највећи недостатак, поред тога што у појединим сегментима ни она не задовољавају сасвим поменуте услове, јесте исцрпивост светских извора сирове нафте, као и њена све већа цена. Све то, као и еколошки прописи који су у већини земаља све строжији, упућују на тражење алтернативних решења погона возила. Један од јефтинијих излаза је и штедња горива.

2.3. Нафта

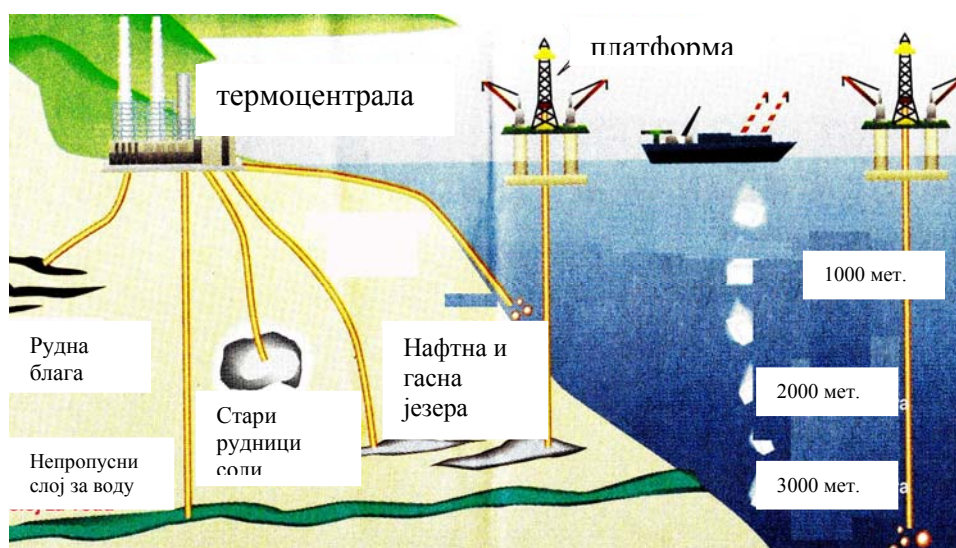
Поштујући наше преокупације применом погонских материјала MBM можемо закључити да је нафта сировина и енергент без кога данашњи свет не би могао да опстане. Симбиоза између погонских материјала на бази нафте и моторне индустрије је толико чврста да ни једна друга врста алтернативног горива нема шансу за ширу примену у ближој будућности. Нафта је код средње развијених земаља до пола сировина, а друга половина је енергент.

Посматрајући нафту као незаменљив производ, може се закључити да следи њено исцрпљење уз стално погоршање садржаја. Дневно се прерађује 70 до 80 милиона барела нафте (1барел=159 литара), слика 1.



Слика 1: Потрошња нафте [1]

Језера нафте су изнад воде која лежи на непропусном слоју од глине, шкриљаца и др. слика 2. Изнад нафте је редовно гас. По неорганској претпоставци нафта је настала током формирања земљине коре у процесу њеног хлађења. У зонама са повољним физичко-хемијским условима (висок притисак и високе температуре), у присуству одабраних сировина (водена пара, водоник, ацетилен), и уз стимулативно дејство катализатора настала су језера нафте.



Слика 2: Језера нафте и дубина бушотине [1]

2.3.1. Прерада нафте

Прерада нафте врши се у рафинеријама. Квалитет производа из сваке рафинерије зависи искључиво од квалитета сирове нафте (густине, вискозности, темп.течења, садржај сумпора, смоле и тд.). Рафинерије су велике технолошке целине које су веома скупе па се зато врло често само изнајмљују од светских произвођача. Модерне рафинерије су сложена и комплексна индустријска постројења са континуалним процесом. Оне се по капацетету деле на „мале“, до 5 милиона тона и „средње“, до 15 милиона тона годишње прераде нафте. Разлог за ову поделу је налог да сви њихови производи буду по еколошким правилима јер су прописи строжији за велике и средње рафинерије а са одложеном применом за мале рафинерије.

Као и свака друга сировина, нафта се прво ослобађа примеса: гасова, воде, минералних и осталих материја. Прва фаза прераде је загревање до температуре кључања највеће групе производа. Део угљоводоника који испари у одређеном интервалу назива се фракцијом, а поступак фракционом дестилацијом. Ако

целокупну количину прво испаримо па онда постепено кондезујемо по фракцијама то је фракциона кондезација. Потрошња нафте у рафинеријама за сопствено функционисање варира од 10-15%, зависно од циљног производа: за бензин супер плус око 12%, за регулар 9%, за дизел 6%.

Чим густина нафте порасте за 5% сопствена потрошња нафте расте за 30%. Стално се тежи смањењу удела „црних“ (мазут, битумен и остаци) у односу на „беле“ (бензин као сировина и као гориво, дизел, керозин) производе. То је могуће или уз избор сирове нафте или уз секундарне поступке и пораст сопствене потрошње. Прописи о мање бензола и сумпора у горивима такође подижу сложеност постројења и цену производа.

Почетна фаза прераде нафте је атмосферска дестилација, и тада се врши загревање до 400 °C под атмосферским притиском. Пошто је температура при дну највиша, а при врху најнижа постоји више подова за одвођење и кондезовање дестилата. Пре него што се прогласе квалитетним минералним или синтетским базама за горива и мазива, рафинеријски производи се подвргавају завршној обради и дотеривању.

Вакум дестилација се изводи са остатком атмосферске дестилације ради издвајања нешто тежих угљоводоника при нешто вишим температурама (око 420 °C), али при знатно нижим притисцима (до 50 милибара).

Тиме се постиже испаравање тежих угљоводоника на нижим температурама и без распадања виших угљоводоника. Остатак после вакумске дестилације користи се за добијање лож уља, битумена и кокса. Ради добијања веће количине, разноврсности и вишег квалитета моторних горива користе се секундарни поступци: реформисање, крекинг, полимеризација, синтеза и др.

Развој секундарних поступака за прераду нафте је врло важан јер смањује зависност квалитета излазних производа од типа сирове нафте.

Најзначајнији производи који се добијају прерадом нафте су бензин и дизел гориво.

2.4. Бензин

Бензин је мешавина лаких угљоводоника (око 200 угљоводоника који испаре при дестилацији нафте у опсегу од 30 до 200 °C), и он представља гориво савремених ото-мотора, који се отуд углавном и називају бензиским моторима. На собној температури и нормалном атмосферском притиску бензин је материја у облику лако испарљиве течности. Испарљивост бензиских угљоводоника је у опсегу 50-250 °C. Паре бензина веома су отровне и лако запаљиве, а у довољној количини у смеси са ваздухом и јако експлозивне. Бензин захтева нарочиту опрезност при складиштењу и руковању, посебно неприлажење резервоару или посуди у којој се чува отвореним пламеном и сл. Чим се примети мирис бензина у близини возила или у возачком простору, одмах треба пронаћи место истицања и оклонити неисправност.

Бензин је, иначе, један од деривата нафте, с тим што му се ради побољшања својстава додају разни адитиви. Присуство било каквих нечистоћа у бензину, као и самоиницијативно додавање ма какве друге материје сем оних које су додате већ у

рафинерији, може само да штети раду мотора и економичности, па и да доведе до озбиљних кварова на мотору.

Квалитет конвенционалног бензина је дефинисан постојећим и будућим захтевима стандарда о издувној емисији возила са ото моторима. Због тога је неопходно континуално усавршавање све до веће примене неког другог алтернативног горива. Сматра се да ће бензин остати као доминантно гориво све до шире употребе водоника на моторима или горивим хелијама.

При томе ће се наставити са побољшањем квалитета бензина у циљу смањења потрошње, буке и емисије. Ипак, то и није тако једноставно и одвија се постепено јер се не смеју угрозити друге карактеристике горива и његова цена.

Један од проблема и са бензином је и садржај сумпора. До пре пар година количини сумпора није се придавала посебна пажња, због релативно мале количине. Међутим због новијих технологија накнадног третмана издувних гасова, и тако мале количине могу бити битне, тако да ће у будућим захтевима и ниво сумпора у бензину бити важан.

Други проблем је отклањање талога, што се данас успешно врши додавањем адитива бензину. Међутим, највећи проблеми са адитивима јесу састојци који треба да замене садржај олова у гориву. При томе, највећу пажњу и дискусију изазивају метални адитиви, као што су Ferrocene (на бази гвожђа) или ММТ (метил мангански трикарболнил) који могу заменити олово у безоловном бензину. Ови адитиви могу деловати на каталазиторне и друге елементе накнадног третмана издувних гасова и система дијагностике. Главне последице примене металних адитива су смањење ефикасности катализатора, лош рад давача сигнала, запрљење свећица и повећано хабање. Конкретна честа последица употребе ових адитива је паљење лампице за индикацију отказа.

Додаци бензинима имају улогу да истакну неке карактеристике, у првом реду везане за нормално сагоревање у мотору, а онда да сведу на минимум проблеме са руковањем и складиштењем. Количине и разноврсност додатака су у сталном порасту.

2.4.1. Рефолмулисан бензин

Код овог горива основни параметри и карактеристике остају на нивоу конвенционалног бензина, али је он тако компонован да битно смањује емисију испарљивих органских материја и других токсичних материја. За његову примену нису потребне никакве измене на мотору тако да га користе конвенционална возила.

У принципу, рефолмулисани бензин поседује пре свега нижи парцијални притисак испаравања, тако да се смањује, посебно лети, емисија испарљивих компоненти. Даље смањење токсичне емисије је постигнуто смањењем садржаја бензола у бензину. Под рефолмулисаним бензином се подразумева бензин који поседује садржај кисеоника од максимално 2% m/m, и садржај бензола испод 1% v/v

2.5. Дизел гориво

Дизел гориво се састоји од тежих угљоводоника и користи се за погон дизел-мотора. За погон возилских дизел-мотора користи се тзв. лако дизел гориво, састављено од угљоводоника који испаравају у температурском опсегу 220-350°C. Постоји и тешко дизел-гориво (испарава између 300 и 380°C), али се оно користи за велике бродске моторе, као и за велике стабилне дизел-моторе. Иако је теже упаљиво од бензина, мере предострожности које се морају имати при употреби и руковању дизел горивом практично су исте.

Већ дефинисани прописи о будућој дозвољеној издувној емисији дизел мотора захтевају дизел гориво које испуњава веома строге карактеристике. Еколошки проблеми су толико угрозили дизел моторе да постоје области у којима се забрањује њихова примена. Посебно за тешке дизел моторе захтеви у погледу квалитета горива сагледани су дугорочно. Слично важи и за лака возила. Опрема за напајање мотора овим горивом је позната и веома усавершена.

Код конвенционалних дизел мотора, избацивање сумпора из горива практично елиминише формирање нано честица, које су по најновијим сазнањима одговорне за многе здравствене проблеме. Вискозност горива, густина и мазива својства треба да се одржавају што више на садашњем нивоу, а све остале промене у квалитету горива се дефинишу у договору са моторском индустријом. На пример, смањење аромата је предвиђено са садашњих 35% укупних аромата на 15%, за нове моторе усавершених технологија контроле емисије.

2.5.1. Рефолмулисано дизел гориво

У принципу, то је гориво истих физичких карактеристика као и комерцијално дизел гориво тако да се не захтевају било какве измене на мотору и систему убризгавања, али је састав такав да омогућује смањење емисије честица и NOx. То се постиже различитим поступцима прераде и ставарају се фракције чијим се мешањем добија тзв.рефолмулисано дизел гориво. Такво гориво има низак садржај аромата- испод 10%, вишу температуру на којој испари 10% горива приликом дестилације, нижу температуру на којој испари 90% горива и висок цетански број. Међутим, цена таквог горива је висока, а за његову производњу је потребна додатна енергије која резултира у повећању глобалне емисије угљендиоксида за око 15%. Посебан проблем су његове карактеристике при хладном старту, због повећаног садржаја засићених ланчаних угљоводоника, што га чини непогодним за екстремно ниске темпертурне услове експлоатације или захтева допунски третман у циљу побољшања нискотемпературних карактеристика.

2.6. Алтернативна горива

Током времена течна нафта горива су толико ушла у свакодневну употребу да се све остале врсте горива називају „алтернативним“. Квалитет моторних горива се директно пресликава у састав издувних гасова мотора сус. Задовољење строгих законских прописа, који се стављају пред моторе и возила, је могуће само спрезањем развоја аутомобилске и нафтне индустрије. Применом горива која садрже мање угљеника, у моторима сус, смањује се укупна емисија угљендиоксида, а у дизел моторима се смањује укупна емисија честица. У алтернативна горива за возила спада, пре свега, природни гас (компримовани-CNG и течни-LNG), затим, течни нафтни гас (TNG), етанол, метанол, биодизел и водоник, као и електрична струја. Већи број ових горива се значајно разликује од конвенционалних аутомобилских горива, па њихово коришћење углавном захтева значајне измене на мотору и систему напајања. Кључни фактори крајњег успеха примене алтернативних горива су пре свега цена горива, могућност развоја и ширења пумпних станица, а затим и перформансе и сигурност возила на алтернативни погон. За опис најбоље варијанте горива морају се знати конструктивне специфичности возила, мотора и њихове опреме, а онда и врло комплексни услови намене.

Гасовита горива су најближа примени у моторима сус јер се сагоревање одвија у гасној фази. Гасови су добра горива за конвенционалне ото моторе: смеша је високог октанског квалитета, па је сагоревање потпуно, рад мотора економичнији, а загађење мање. Природни гас, као и течни нафтни гас може да сагорева веома „чисто“ и зато представља врло атарктивно гориво у јавном саобраћају урбаних средина.

Алтернативна горива за моторе сус могу се поделити у две групе:

- биогорива и
- гасовита горива

2.7. Биогорива

Биогорива представљају горива која се могу произвести из обновљивих сировина и генерално имају позитивне ефекте на заштиту животне средине, тј.на смањење емисије угљендиоксида CO_2 . Као биогорива могу се разматрати биоетанол, биометанол и биодизел. За разлику од конвенционалних горива, која су по хемијском саставу углавном угљоводоници, биогорива имају кисеоник у свом саставу па се још називају и оксигенована горива. Ова горива имају добре карактеристике приликом примене у моторима сус, јер повећавају октанске бројеве горива уколико се додају моторним бензинима.

Данас се у свету сматра да највише шансе за употребу као течна биогорива има биоетанол. Будући да се биоетанол производи на бази биомасе, тј.пољопривредних култура, предвиђа се да ће цена сировина за његову производњу као и доступност земљишта за гајење пољопривредних култура које служе као сировине, бити кључни опредељујући фактори приликом изградње производних постројења.

2.7.1. Биодизел

Биодизел је течено биогориво, произведено из биљних уља или употребљених уља и масти. Добија се процесом естерификације масти и биљних уља. Као основна сировина се најчешће употребљава зрно уљане репице, соје или сунцокрета. По хемијском саставу биодизел је мешавина метил естрата масних киселина. Биодизел је, технички, идеална замена за дизел добијен из фосилних резерви и никакве значајне модификације мотора нису потребне. Карактеристике биодизела су сличне обичном дизелу а побољшање произилази из садржаја кисеоника у биодизелу, који обезбеђује бољи процес сагоревања и побољшава подмазивање, што делом компензује утицај нижег енергетског садржаја. Биодизел може да се користи независно или помешан са дизелом фосилног порекла (Б 100, Б 20, Б 5, или Б 2-број означава проценат биодизела у мешавини).

Предности и мане биодизела у односу на дизел

Предности

1. Технички аспекти
 - обезбеђује боље паљење и мазивост мотора што значи већу ефикасност и трајност
 - боље чување и руковање: тачка кључања око 150 °C, док је код фосилног дизела око 70 °C
 - не захтева преправљање на моторима
2. Еколошки аспекти
 - смањена емисија гасова стаклене баште, честица и аромата
 - нетоксичан
 - био-деградабилан
3. Енергетски аспекти
 - основне сировине обновљиве
 - умањује потребе за увозом нафте и ризик у снабдевању

Мане - Негативна страна му је што као гориво има нешто мању енергетску вредност од фосилног дизела, па је и потрошња нешто виша. По речима произвођача, њихови тестови су показали да је ово повећање у реалним условима веће од 5%. Осим тога, негативно је и то што ово гориво има нижу тачку згушњавања у односу на класични дизел, и то на око -10 °C.

2.8. Гасовита горива

Гасовита горива су веома погодна за примену у моторима сус. Као алтернативна горива за моторе сус могуће је разматрати течни нафтни гас, течни природни гас, гориве ћелије, компримовани природни гас и водоник. Предности примене гасовитих горива за погон мотора сус су: брзо и лако се мешају са ваздухом образујући смешу потребних карактеристика, потпуно сагоревају, и при различитим режимима рада, током сагоревања не стварају се насlage на клиповима и вентилима, омогућавају лако стартовање при свим временским условима, поседују високу отпорност према детонативном сагоревању, па допуштају рад са већим степенима компресије што је од значаја за примену у ото моторима, не утичу на разређивање уља за подмазивање.

И поред готово идеалних својстава за примену у моторима са унутрашњим сагоревањем, гасовита горива имају и озбиљне недостатке због којих је њихова примена, за сада, врло ограничена. С обзиром да су у гасовитом стању, ова горива захтевају примену посебних, углавном великих резервоара на возилу а манипулација горивом као и складиштење и дистрибуција су веома сложени. Међутим, најновији трендови поопштравања законских прописа у погледу емисије из моторних возила, као и кретања цена на тржишту конвенционалних течних горива полако, али сигурно намећу гасовита горива као јефтинија и еколошки погоднија.

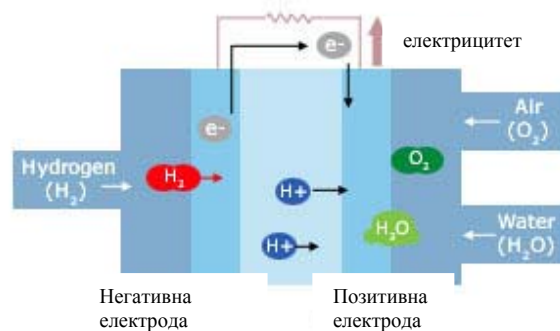
2.8.1. Водоник

Водоник је најчистије гасовито гориво са гледишта загађења. Када сагорева са кисеоником једини продукт сагоревања је вода. Када сагорева са ваздухом, пошто ваздух садржи 79% азота, јављају се само оксиди азота, за разлику од продуката сагоревања нафтних горива. Будућност водоника као погонског горива је у горивим ћелијама.

У принципу, гориве ћелије раде као батерије. За разлику од батерија, гориве ћелије не могу да се истроше и не морају да се пуне. Производиће електричну струју и топлоту све док је снабдевена горивом. У њима се врши процес хладног каталитичког сагоревања.

Састоји се од две електроде (катоде и аноде), између којих се налази електролит. Постоје различите врсте горивих ћелија у зависности од електролита. Горива ћелија ствара електрицитет хемијском реакцијом између водоника и кисеоника. То је као минјатурна централа за производњу електричне енергије. Пошто ћелије стварају електрицитет директно, без сагоревања водоника, процес је хемијски чист и изузетно ефикасан. Теоријски, ако прорачунамо да ћелије могу претворити 83% енергије водоника у електричну енергију, можемо очекивати изузетно велику ефикасност, нарочито ако имамо на уму да је степен корисног дејства бензиских мотора од 30% до 40%. Оно што је још значајније, погон на гориве ћелије не производи угљен-диоксид или било коју другу штетну емисију, већ је његов једини нуспроизвод вода.

Електрицитет из водоника – начин добијања. Гориве ћелије стварају електрицитет помоћу хемијске реакције која се одиграва између водоника и кисеоника (из ваздуха). Водоник се ствара на негативној страни електроде, где катализатор одваја електроне из атома водоника. Тако створени електрони прелазе са негативне на позитивну страну електроде, при чему долази до стварања електрицитета. У међувремену, атоми водоника који су отпустили своје електроне постају јони водоника и пролазе кроз полимерску електролитичку мембрану како би прешли на позитивну страну. Тада уз помоћ катализатора на позитивној страни електроде, јони и електрони водоника се удружују са кисеоником и стварају воду, што је приказано сликом 3.



Слика 3: Добијање електрицитета из водоника [7]

Многи научници верују да је водоник гориво будућности. Незгода је у томе што га на Земљи нема у природном стању већ мора да се издваја- најчешће из природног гаса - за шта је потребно утрошити енергију из неког другог извора. Садашње методе још нису довољно економичне да би водоник заменио течна фосилна горива.

3.2.2. Течни нафтни гас

Течни нафтни гас, по свом хемијском саставу представља смешу засићених угљоводоника (парафина) пропана 60% и бутана 40%. Течни нафтни гас се на нормалним атмосферским условима налази у гасовитом стању, па се због лакшег складиштења, транспорта и манипулација преводи у течном стању и на возилима користи у челичним резервоарима под притиском.

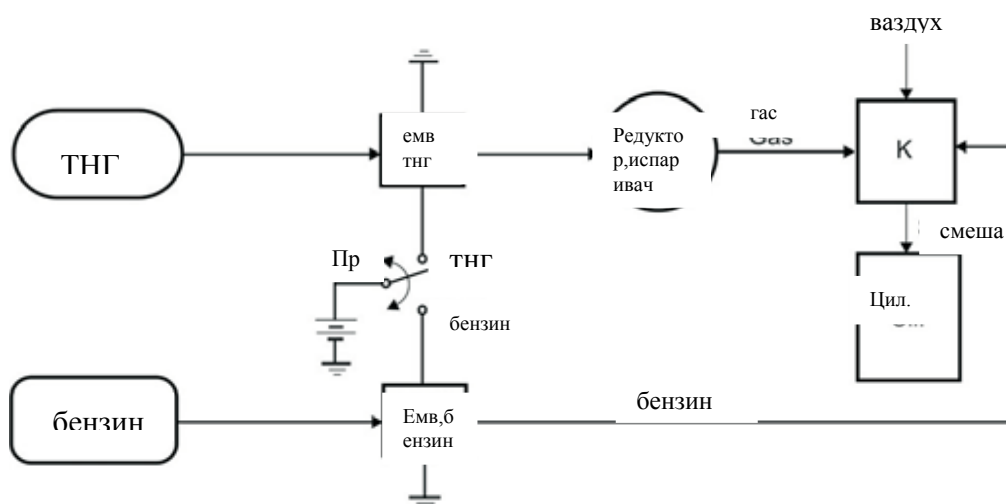
Предности коришћења течног нафтног гаса за погон моторних возила су:

- ниже цене коштања,
- боље еколошке карактеристике,
- повољне погонске карактеристике,
- једноставна преправка мотора са погонм на течна горива (посебно ото мотора),
- могућност коришћења две различите врсте горива (бензин-ТНГ)

Масовнија примена ТНГ-а за погон моторних возила јавља се почетком 70-их година, паралелно са увођењем строжих прописа о емисији издувних гасова. Прва генерација система погона на ТНГ примењена је на карбураторским моторима и упрошћена шема је приказана сликом 4.

Приказани систем омогућава рад мотора са бензином или ТНГ-ом, при чему се избор горива са којим ће мотор радити врши прекидачем Пр са ручним или аутоматским укључивањем у функцији режима рада мотора. У случају укљученог погона на гас, електромагнетни вентил ЕМВ за бензин прекида доток горива у карбураторско лонче, а ЕМВ за ТНГ отвара пролаз гаса из резервоара у редуктор-испаривач и мешач који се поставља у зону највећих брзина струјања карбуратора.

У резервоару за ТНГ, гас се налази у течној и парној фази при чему је притисак у њему једнак притиску засићених пара пропана и бутана на датој температури. Вредности овог притиска зависе од околне температуре и степена напуњености резервоара и крећу се од 6 до 10 бара.



Слика 4: Систем за погон карбураторског мотора на ТНГ [8]

3.2.3. Природни гас

Природни или земни гас је природно гасовито фосилно гориво са високим садржајем метана. Редовно је присутан у налазиштима нафте и сирове нафта на излазу из бушотине га садржи у издвојеном или у раствореном облику. Поред метана природни гас који прати налазишта нафте садржи и извесну количину етана, пропана и бутана. Природни гас се јавља и у посебним лежиштим где нема нафте. То је тзв.суви земни гас који се претежно састоји од метана и не садржи пропан и бутан.

Природни гас је без боје и мириса, температура паљења му је 650°C а октански број између 120 и 130. При његовом сагоревању настају мале количине продуката штетних по животну околину. Захваљујући чињеници да му је главни састојак метан он у поређењу са осталим фосилним горивима има најмањи коефицијент

емисије угљендиоксида по јединици ослобођене енергије. Зато се природни гас сматра као природно еколошко гориво. У последње време, природни гас се све више користи за покретање возила као алтернативно гориво пре свега бензинима али и дизел гориву и то у сабијеном (компримованом) облику као компримовани природни гас КПГ.

Компримовани природни гас (енглеска ознака CNG- compressed natural gas), је облик у коме се ради лакшег манипулисања користи природни гас под притиском као алтернативно гориво за покретање аутомобила. Он се у аутомобилима налази под притиском од 300 и више бара. Бензиски мотори се релативно једноставним методама могу прилагодити да користе ово гориво.

Предности употребе КПГ-а су: нижа цена у односу на остала горива, нижа цена експлоатације возила на ово гориво, као и смањење емисије штетних гасова тако да се и без њихових пречишћавања постижу норме тражена по стандарду ЕУРО 5. Овај гас се користи углавном за покретање возила већих маса (камиона, градских аутобуса) а ређе за путничке аутомобиле зато што је маса боце за његово чување велика.

Недостатак за његову употребу је ретка распрострањеност продајних пунктова-компресорских станица.

3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ГОРИВА МОТОРА СА УНУТРАШЊИМ САГОРЕВАЊЕМ

Минимална количина ваздуха потребна за потпуно сагоревање 1 kg горива је важна карактеристика моторских горива (обично се назива стехиометријском количином ваздуха). За гасовита горива мотора сус потребно је 15,2-15,3 kg ваздуха за сагоревање 1 kg горива. За бензин је потребно 14,7-14,9 kg ваздуха за потпуно сагоревање 1 kg горива, док је стехиометријска количина ваздуха за дизел-гориво 14,3-14,5 kg ваздуха/kg горива. Међутим, ретко се догађа да мотори сус раде са тачно стехиометријском смешом, већ обично са смешом која је богатија или сиромашнија од стехиометријске. Треба рећи и то, да свако гориво има своје границе упаливости смеше, које дефинишу састав смеше ваздуха и горива при којем је уопште могуће упаљење. Ове су границе важне код ото-мотора, јер се код њих врши паљење претходно формиране смеше.

Минимална енергетска способност (доња топлотна моћ) горива представља гарантовану количину енергије која се из јединичне количине горива у виду топлоте ослобађа при потпуном сагоревању горива. Подразумева се да је боље гориво које има већу енергетску способност. Бензин има доњу топлотну моћ око 42.700 kJ/kg, а дизел-гориво око 41.900 kJ/kg.

Отпорност горива према детонантном сагоревању је једна од најбитнијих карактеристика горива за ото-моторе. Детонација је појава непожељног вида сагоревања у ото-мотору. При нормалном сагоревању, брзина ширења пламеног фронта од места упаљења (од електрода свећице) кроз смешу обично износи 15-20 m/s, што је сасвим довољно и уједно најповољније за рад ото-мотора. Међутим, кад у цилиндру наступи нагло сагоревање које се шири веома великим брзинама (и до 2.000 m/s), у том делу смеше енергије горива готово се тренутно ослобађа, стварајући при том нагли пораст притиска, који се кроз цилиндар простире као ударни талас. У том случају, у цилиндру је наступило детонантно сагоревање смеше, или детонација. Слабија детонација се чује као звецкање вентилског система, нарочито при већем оптерећењу (док се вози на успону или под већим гасом). Већи проблем представља тзв. јака детонација, која се као таква не може чути, а од ње прети озбиљна опасност по склопове мотора. Детонација је посебно опасна ако је мотор доста оптерећен, тј. када је пригушни лептир доста отворен (велики гас). Јача и дуготрајнија детонација може да изазове лом клипних прстенова, прогоревање чела клипа, попуштање заптивеног споја између главе и блока мотора и разне друге кварове. Осим што се због наглог пораста притиска делови мотора ударно оптерећују, долази и до великих топлотних губитака, а тиме и до енормног термичког оптерећања мотора. Мотор почиње да се прегрева и расипа велике количине енергије, које би у нормалном раду биле претворене у механички рад. Зато мотор у коме се дешава детонантно сагоревање троши много више горива у сваком радном режиму него што је потребно при нормалном сагоревању.

Немају сва горива исту отпорност према детонантном сагоревању. Због тога је уведен појам октанског броја горива, који је посебно битан за гориво ото-мотора.

Већем октанском броју одговара већа отпорност према детонацији. Произвођачи мотора и моторних возила тачно прецизирају потребну вредност октанског броја бензина за ото-моторе, чега се у пракси треба максимално придржавати. Ако се у мотору који је предвиђен за рад са бензином више октанске вредности употреби бензина са нижом вредношћу, при раду мотора доћи ће до детонације.

Степен компресије мотора и други конструкцијски фактори дефинишу потребну октанску вредност, коју прописује произвођач. Иначе, постоје и горива, нарочито гасовита, са октанским бројем већим од 100 (нпр. течни гас има октанску вредност 110).

Склоност горива ка упаљењу је битна карактеристика дизел-горива, која дефинише способност горива да се упали што брже по убризгавању у простор за сагоревање, где се налази ваздух загрејан адијабатском компресијом. Ова особина горива квантитативно се изражава цетанским бројем. Сви бензини имају веома низак цетански број, што значи да су и са те тачке гледишта непогодни за погон дизел мотора. С друге стране, октански број дизел-горива је такође низак, па су тако октански и цетански број обрнуто пропорционални (гориво које има отпорност према детонацији, тј. висок октански број, има слабу способност упаљења, тј. низак цетански број и обрнуто). Другим речима, оно што је добро за горива ото-мотора (бензин), лоше је код дизел-горива и обрнуто.

Треба рећи да се у рафинеријама не добијају горива чији октански и цетански бројеви задовољавају одмах по обављеној рафинацији сирове нафте, због чега се полазним горивима обавезно додају адитиви. Тако се, рецимо, октанска вредност чистог бензина која износи само 75, повећава до потребних вредности додавањем једињења на бази олова, која на жалост, повећавају токсичност издувне емисије. Зато се садржај олова прописима строго ограничава. Код нас је дозвољено 0,6 грама олова по литру бензина, а у многим земљама још мање. Данас се све више прелази на безоловни бензин, са само 0,005 gr. олова по литру горива, који се користи за погон мотора са повратном спрегом и каталитичким катализаторима. Осим што је у издувној емисији таквих мотора неупоредиво мање олова, систем повратне спреге и каталитичких лонаца омогућује квалитетније и потпуније сагоревање, па су ти мотори неупоредиво мање штетни по околину са становишта издувних гасова.

Температура паљења горива одређује практично температуру страног извора енергије про којој ће доћи до упаљења посматраног горива. Доведена енергија се троши најпре на испаравање горива и формирање смеше горива и ваздуха, па тек онда на упаљење, због чега горива која лакше испаравају имају и нижу температуру паљења страним извором енергије.

Температура самопаљења је она температура на којој је могуће самоупаљење припремљене смеше, под дејством сопствене енергије добијене сабијањем. Дизел гориво има нижу температуру самопаљења од бензина. Отуд је бензин лакше упаљив варницом, што се и користи код ото-мотора, а дизел-гориво је склоније самопаљењу, што је основ принципа рада дизел мотора. Ово и јесте суштинска разлика међу моторима система ото и система дизел.

Температуре кристализације, стињавања и замућења су посебно битне за дизел-гориво, а дефинишу услове употребе горива на нижим температурама. Уколико дође до значајнијег издвајања тежих угљоводоника, што се посебно дешава на веома ниским температурама, може доћи до отежаног напајања дизел мотора горивом, као и до појаве лошег распршивања горива при у брызгавању. Екстра лако дизел-гориво (D-1), има доста ниску температуру згушњавања, због чега се користи као зимско гориво, док је лако дизел-гориво (D-2) намењено за рад у летњим условима.

4. ПОГОНСКО ГОРИВО КАО УЗРОК ПОЈАВЕ НЕИСПРАВНОСТИ МОТОРНИХ ВОЗИЛА

4.1. Неадекватно гориво по врсти, по квалитету

Могућност супституције горива је проблем коме треба посветити нешто пажње. У свету се одавно ради на комерцијализацији других врста горива (која не воде порекло од нафте), као што су нпр. горива на бази алкохола. Извесних успеха је било, али су се сва досадашња алтернативна горива показала непогодна за погон мотора сус (сем тога ни оваквих горива не би било довољно, па би опет била неопходна штедња). Због тога су још увек у употреби горива добијена прерадом сирове нафте и, у знатно мањој мери, експлоатацијом налазишта природног гаса.

Разуме се да је најбоље користити само оно гориво које произвођач возила прописује у упутству, при чему се тачно наводе комерцијална горива која треба користити. Догађа се понекад да се не може наћи одговарајуће гориво, па се поставља питање шта се чиме у том случају сме заменити.

Као прво, погледајмо шта се може користити као замена за гориво код ото-мотора. Разуме се да ото мотори без бензина могу радити на гас, ако су снабдевени потребном опремом, па се ово и не мора посебно разматрати. У сваком случају, ако је мотор, као и гасна опрема, правилно подешен, коришћење гаса као горива је за ото-мотор чак и повољније од употребе бензина. Проблем се јавља када у недостатку одговарајућег бензина, за погон ото-мотора треба употребити неко друго течност гориво. Као замена горива, код ото-мотора ни случајно се не сме користити дизел-гориво. Иако ото-мотор са малим присуством дизел горива у бензину можда још може некако да ради, овакви експерименти нису препоручљиви. Видели смо да се својства дизел-горива много разликују од оних која има бензин, па је рад бензинског мотора немогућ чим се у бензину нађе довољна количина дизел-горива. Пре свега, не сме се заборавити да се дизел-гориво тешко пали спољним извором енергије, а електрична варница нема потребна својства да изврши сигурно упаљење ове врсте горива. Осим тога, не сме се занемарити чињеница да би формирање смеше било знатно отежано, а дошло би запушења система карбурацује, нарочито при хладном времену.

Друго питање јесте могућност замене појединих врста бензина другим врстама, нарочито с обзиром на октански број. Мотори који су предвиђени за рад са бензином више октанске вредности не би смели да користе бензин ниже октанске вредности. Разлог је у томе што ће доћи до појаве мањег или већег степена детонантног сагоревања, као и до самопаљења смеше (нижем октанском броју одговара и већа склоност ка самоупаљењу). Од овога прети штета по виталне склопове мотора, као и термичко преоптерећење и веома неекономичан рад. Сем тога, термичко преоптерећење мотора све више поспешује самопаљење и детонацију, чиме се ствара ефекат „повратне спреге“ у негативном смислу, па код дуже употребе горива са нижом октанском вредношћу, нарочито ако је мотор често оптерећен, често долази до кварова и хаварија мотора. Ако се мора користити гориво ниже октанске вредности, препоручљиво је да то одступање не буде велико, као и да се по могућству изврши мешање одговарајућег бензина са бензином чија је

октанска вредност нижа. У вожњи треба бирати режиме мањег оптерећења, тј. возити максимално на „пола гаса“, а успоне савлађивати у нижим степенима преноса него што је уобичајено са одговарајућим горивом. Нарочито избегавати убрзавање у високим степенима преноса, јер су тада висока оптерећења мотора. У сваком случају, вожња са горивом нижег октанског броја је увек штетна, како по мотор, тако и са аспекта потрошње горива.

Што се пак тиче замене бензина ниже октанске вредности бензином више октанске вредности, може се рећи да таква супституција не носи практично никакве опасности нити штете, сем ако се у „штету“ не рачуна што је цена бензина веће октанске вредности нешто виша. Укратко речено, мотори који троше бензин „супер“ не би смели да раде на „обичан“, а мотори који тоше „обичан“ бензин „премијум“, слободно смеју да раде и на супер уколико је потребно. Што се тиче примене мешавине уља и горива (направљене за потребе неког двотактног отомотора), њену примену за погон четворотактног мотора треба избегавати јер може изазвати зауљивање цилиндара и свећица. Ако се то мора учинити, није лоше додати што више чистог и одговарајућег бензина у ту мешавину. Безоловни бензини имају октанску вредност 95 (безоловни „супер“), односно 91 (безоловни „премијум“). Ако се зна да оловни „супер“ има октански број 98, а оловни „премијум“ октански број 86, излази да се мотори који раде на оловни „премијум“ без проблема по потреби могу снабдевати практично сваком врстом моторног бензина.

Што се тиче мотора који раде на оловни „супер“, најнеповољније је снабдевати их оловним „премијумом“, док је ситуација знатно повољнија ако се употреби безоловни „супер“. Употреба оловних бензина за погон мотора који раде на безоловни бензин, довешће до квара каталитичких лонаца, који се потом морају заменити новим. Употреба безоловног бензина за погон мотора који троше оловни бензин, може имати и једну посебну неповољност, нарочито за старе motore. Реч је о томе да ће доћи до нестајања слоја олова са вентилског склопа, који омогућује бољи рад и заптивање вентила, па би и ово требало имати у виду. Нарочито је штетна и по мотор опасна употреба других врста бензина сем моторних (нпр. индустријски бензин), који немају својства ни приближно потребна за погон мотора.

Када је реч о дизел-моторима, треба истаћи да је у зимском периоду, ради спречавања згушњавања, дозвољено додати до 10 запреминских процената бензина у дизел-гориво (ово се ради када су температуре веома ниске). Свако додавање већих количина бензина у дизел-гориво може проузроковати штете. Треба имати на уму да је бензин, ради својстава која се знатно разликују од оних која има дизел-гориво, сасвим непогодан за погон дизел мотора. Оно што је код дизел-мотора нарочито опасно у случају већег мешања бензина са дизел-горивом, јесте пропадање пумпе високог притиска, која се у ствари подмазује дизел-горивом. Подмазујућа својства бензина су слаба, па би употреба бензина за погон дизел мотора брзо довела до потпуног квара пумпе за убризгавање, чак и кад би мотор могао да ради. Све ово важи и за мешање разних других горива и осталих материјаса дизел-горивом, пошто би свака мешавине не само онемогућила нормалан рад мотора, већ би неминовно довела до оштећења пумпе високог притиска, што је озбиљан и скуп квар. Иначе, међусобна супституција разних дизел

горива (D-1 и D-2) могућа је без већих проблема, с тим што треба имати у виду различите температуре згушњавања ових горива при хладном времену.

4.2. Досипање погрешног горива у резервоар



Досипање горива на аутомобилу је свакодневна, рутинска ствар. Међутим, моменат непажње је довољан да се на бензиској пумпи грешком узме погрешан пиштољ за сипање горива и сипа погрешно гориво у резервоар – нпр.бензин у резервоар са дизел горивом или обрнуто.

Уколико се тако нешто догоди, ако се одмах примети грешка, мотор не треба покретати, већ аутомобил треба одшлепати до најближег сервиса где ће се испразнити и очистити резервоар са горивом.

Уколико се грешка не примети на време доћи ће до озбиљних проблема у даљем раду мотора. Велике су шансе да ће возило убрзо стати. Наравно, све зависи од тога колико је погрешног горива досуто у резервоар, колико је горива претходно било у резервоару и колико је савремена технологија мотора. Проблем се може сагледати са становишта потпуно другачијих карактеристика сагоревања бензина и дизел горива. Дизел мотори су конструисани тако да се смеша горива и ваздуха самостално запали, без присуства страног извора енергије. Већи степен компресије код дизел мотора ствара неопходне услове са самоупаљење смеше (висока температура и притисак у моменту убризгавања горива). Такође, само дизел гориво је формулисано тако да има одлична својства самопаљења, која се огледају преко високог цетанског броја. Са друге стране, неки извор енергије (искра коју баца свећица) је неопходан код ото мотора где се смеша бензина и ваздуха може упалити само на тај начин.Такође, бензин је формулисан тако да је отпоран на самопаљење што му обезбеђује висок октански број (док му је цетански број нула). Предходно наведено представља срж проблема код мешања бензина и дизел горива, и обрнуто.

Кад бензин доспе у дизел мотор постоје две могућности, или се неће уопште упалити или ће се упалити али у погрешном тренутку. У дизел мотору бензин се може упалити услед дејства грејача, при чему ће експлозивно да сагорева. Мотор ће радити неко време, али ће за последицу имати оштећење грејача, уз незаобилазно стварање јаких детонација. Иако су компоненте дизел мотора направљене од материјала који подносе велика оптерећења, ефекти услед јаких таласа притиска због неконтролисаног сагоревања могу лако да их униште. Дизел

мотори раде са сиромашнијом смешом од ото мотора, што повећава шансе да до упаљења бензина (који је ушао у дизел мотор) уопште не дође (јер се бензин може упалити само ако је смеша богата), тако да ће неупаљено гориво изаћи са врелим продуктима сагоревања кроз издувне вентиле и издувни систем, где се може накнадно упалити и довести до оштећења система накнадног третмана издувних гасова.

Код дизел мотора најновије генерације, било која количина бензина ће најпре оштетити остљиве компоненте накнадног третмана издувних гасова (оксидационе катализаторе, систем селективне каталитичке редукције и др.), као и делове пумпе за гориво услед смањене вискозности такве смеше. Код старијих мотора са мање софистициранијом технологијом како мотора тако и система накнадног третмана издувних гасова, мало разблажено дизел гориво (нпр. 10% бензин, 90% дизел гориво) ће без или са малим проблемима да прође кроз систем. У том случају може да дође до смањења снаге мотора, уз нешто бучнији рад мотора и благо прегрејавање мотора. Оно што ће сигурно довести до великих проблема су веће концерације бензина у дизел гориву, при чему последице које настају могу бити катастрофалне по мотор, било да је реч остаријем мотору или новијем.

Слично се може очекивати и у обрнутом случају, тј. када се грешком сипа дизел гориво уместо бензина. У том случају као последица се јавља смањење октанског броја смеше а тиме се повећава могућност појаве детонантног сагоревања код ото мотора, што даље доводи до оштећења на мотору, губитка снаге, повећане емисије и потрошње горива.

У сваком случају треба се водити рачуна приликом сипања горива, јер уколико се доспе погрешно гориво у резервоар, последице које се могу јавити могу бити погубне по мотор и систем накнадног третмана издувних гасова.

5. ПОГОНСКИ СИСТЕМИ ЗА ПОГОН МОТОРНИХ ВОЗИЛА (ПОГОНСКИ МОТОР)

5.1. Дефиниције и врсте мотора

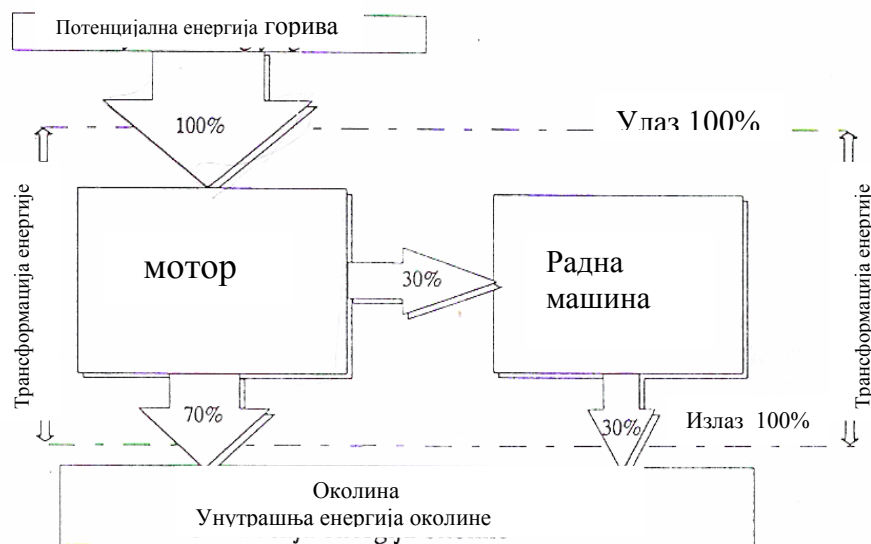
Мотор је један уређај, који у ланцу трансформације енергије ствара рад, па зато сва постројења и сви уређаји који се крећу и/или врше рад морају имати мотор. При томе се основно правило из школа „закон о одржању енергије“ :

енергија је, као мера кретања, неуништива: она не може да се троши и да нестане; она само мења облик па може из вишег облика да пређе у нижи – да се деградира;

никада не сме изгубити из вида.

Енергија, способност материје да врши рад као способност померања или кретања. Како се у природи рад и/или кретање врши под дејством материјалних узрока то се често појам енергије везује за материју која носи својство енергије и која се назива енергентом. Енергент се може трошити.

На слици 5. приказана је блок шема трансформације потенцијалне енергије горива у унутрашњу енергију околине која је праћена вршењем рада. Слика 5. илуструје и општу дефиницију мотора као уређаја у ланцу трансформације енергије која је праћена директним предавањем дела топлоте околини (око 70% улазне-примарне енергије) и вршењем рада (око 30 % улазне-примарне енергије) при покретању радне машине где се тај рад, савлађивањем отпора, претвара у топлоту која се опет предаје околини.



Слика 5: Блок дијаграм трансформације енергије [5]

Дакле сваким ангажовањем енергије ми пунимо простор ове Планете паразитним обликом енергије најлошијег квалитета – унутрашњом енергијом околине. Из ове чињенице следи закључак да је рационално и разумно ангажовање енергије најважнији облик штедње.

Зависно од броја карика у ланцу трансформације примарне енергије (енергент који се налази у природи) ради стварања рада моторе можемо поделити на:

1. моторе који рад стварају у једном степену трансформације енергије и
2. моторе који рад стварају у више степена-карика трансформације енергије

У прву групу спадају: топлотни и хидраулички мотори.

У другу групу спадају: електрични, пнеуматски, инерциони (са замајном масом) и др.

За нас су најбитнији топлотни мотори. Код топлотних мотора је трансформација примарног облика енергије у унутрашњу енергију околине праћена стварањем топлоте и рада у једном степену СУС или два степена ССС. Полазни облик енергије је хемијска енергије садржана у гориву, она се сагоревањем претвара у унутрашњу енергију радног тела која се даљом трансформацијом, уз претварање дела топлоте у рад, у радној машини претвара у унутрашњу енергију околине.

Ако гориво сагоревамо у цилиндру мотора и продукте сагоревања користимо као радно тело за потискивање клипа и вршење рада онда су то мотори са унутрашњим сагоревањем – мотори сус.

Када је процес сагоревања одвојен од радног тела онда се ради о моторима са спољашњим сагоревањем – мотори ссс. Код ових мотора се процес сагоревања одвија у посебним ложиштима где се хемијска енергија горива сагоревањем трансформише у унутрашњу енергију другог радног тела – прегрејане паре (процес праћен појавом топлоте). Прегрејана пара се води у радни простор мотора где се врши претварање дела топлоте у рад и даљом трансформацијом у радној машини у унутрашњу енергију околине. Како се трансформација врши на два места – ложиште и радни простор присутни су и већи губици па ови уређаји имају релативно низак степен корисности од свега 10-15 %. Поред тога имају још недостатака као што су: велики габарити, велика маса, мала специфична снага итд. У моторе ссс спадају парне тирбине и парне клипне машине. Мотори ссс ипак имају извесне погодности као што су: једноставност конструкције, руковања и одржавања, а посебна предност им је, с обзиром на сагоревање у ложишту, могућност коришћења горива широког спектра квалитета, од гасног до чврстог, без посебно изражених захтева у погледу карактеристика.

Захваљујући доброј економичности (једно место трансформације енергије узок је мањи број губитака), компактности, специфичној снази, поузданости, дуговечности итд. мотори сус доминирају у области транспортних и радних машина. Зависно од поступка трансформације унутрашње енергије продуката сагоревања у унутрашњу енергију околине, мотори сус се могу поделити у две групе: у тзв. „струјне“ моторе и моторе променљиве запремине радног простора.

Главни представник струјних мотора је гасна турбина, а овде се могу сврстати и млазни ракетни мотори. Њихова основна карактеристика је да се рад остварује на рачун кинетичке енергије продуката сагоревања који експандирају у виду млаза који се затим користи за стварање било погонског потиска било обртног момента на излазном вратилу.

Други начин добијања рада је коришћење унутрашње енергије радног тела на рачун експанзије у променљивој запремини радног простора. Промењивост радне запремине се постиже применом клипног механизма. Тада се у радном простору реализује читав радни циклус: измена радне материје, сабијање, сагоревање и ширење. При томе процес сагоревања траје само један мањи део укупног трајања циклуса па је тада, при умереним средњим температурама циклуса, могуће радити са веома високом максималном температуром процеса. То је основни разлог што се, код мотора сус са клипним механизмом, може остварити знатна разлика између максималне и минималне температуре радног тела у циклусу, чиме се постиже укупна висока економичност мотора.

Мотори сус са клипним механизмом, клипни мотори сус, имају низ предности због чега су незаменљиви погонски агрегати:

- у аутомобилима (путничким и теретним)
- у радним машинама (багери, ровокопачи итд.)
- у локомотивама
- у чамцима, мањим и већим бродовима
- у пољопривредним машинама (трактори, комбајни, косилице)
- за погон генератора за производњу електричне струје итд.

Данас се готово искључиво као погонски агрегат моторних возила користи клипни мотор са унутрашњим сагоревањем (мотор сус). И поред тога што има озбиљних недостатака који ни дан – данас нису превазиђени (вибрације, низак степен искоришћења горива, велика маса, неотпорност на велика и нагла оптерећења), мотор сус је омогућио појаву и развој моторних возила и све време остао незаменљив као возилски погонски систем.

5.2. Историјски датуми у развоју мотора са унутрашњим сагоревањем

1860. год.	Атмосферски мотор Леонара (Leonir) на гасно гориво.
1876. год.	Ото Николаус (Otto Nikolaus) физички реализује четворотактни ото мотор на гасни погон и снима његов индикаторски дијаграм.
1884. год.	Двотактни мотор Бенца (Benz), који је сабијао ваздух за испирање у картеру.
1885. год.	Моторцикл Дајмлера (Daimler) са четворотактним бензиским мотором.
1886. год.	Дајмлер и Бенц праве први аутомобил са брзоходним бензиским мотором. Ово је званични почетак индустријске производње аутомобила у Немачкој.

1888. год.	Балон са погоном на Дајмлеров мотор.
1891. год.	Акројд Х.А. Стјуарт (Akroyd H.A. Stuart) прави мотор са ужаженом главом.
1892. год.	Рудолф Дизел (Rudolf Diesel) добио патент за рационални топлотни мотор.
1893. год.	Јункерс (Junkers) направио мотор са два клипа у једном цилиндру.
1897. год.	Почела индустријска производња четворотактних дизел мотора код MAN.
1903. год.	Браћа Рајт (Wright) направили први авион намоторни погон.
1906. год.	Сулзер (Sulzer) направио двотактни дизел мотор.
1907. год.	Чадвик (Chadwick) уградио механичко надпуњење на ото мотор.
1912. год.	Пежо (Peugeot) направио мотор са четири вентила по цилиндру.
1914. год.	Викерс (Vickers) направио подморницу са дизел мотором.
1922. год.	Бенц направио тракторски дизел мотор са преткомором.
1924. год.	У фирми MAN направљен камионски дизел мотор са директним убризгавањем горива.
1927. год.	У фирми Бош (Bosch) почела серијска производња пумпи високог притиска и брызгача за дизел моторе.
1929. год.	Јункерс уградио дизел мотор у авион.
1936. год.	Дајмлер и Бенц серијски уграђују дизел мотор са преткомором у путничка возила.
1937. год.	Направљен авионски ото мотор са убризгавањем бензина.
1938. год.	У фирми Sauger уграђена турбо група у камионски дизел мотор.
1952. год.	Почела серијска производња ото мотора са убризгавањем бензина.
1963. год.	Ф. Ванкел направио мотор са обртним клипом.
1964. год.	Внкелов мотор добио турбо групу.
1967. год.	Почела серијска уградња електронског убризгавања бензина.
1973. год.	Хонда почела серијску производњу ото мотора са преткомором (тзв.чисти мотор, 80-их престала производња).
1978. год.	Аутомобилски дизел мотор добио турбо групу.
1979. год.	Серијска уградња мокропроцесорског управљања мотором (Engine Management).

5.3. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем

5.3.1. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према намени

Према намени клипни мотори сус се могу поделити у две групе:

- стационарне, који се примењују на: генераторима електричне струје, пумпама за поливање итд.
- транспортне – који се уграђују у локомотиве, аутомобиле, тракторе, авионне, бродове итд.

5.3.2. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према врсти примењеног горива

Према врсти примењеног горива клипни мотори сус се могу поделити у следеће групе:

- моторе који користе лака течна горива (бензин и керозин),
- моторе који користе тешка течна горива (дизел гориво, мазут),
- моторе који користе гасна горива (земни гас, течни нафти гас – ТНГ)

Конструктивна решења и карактеристике клипних мотора сус су превасходно одређене особинама горива. Дакле, постојање неке врсте горива узрокује и адекватну конструкцију мотора који ће трошити то гориво.

Како се из нафте добијају бензин и дизел гориво (није могуће добијање само бензина или само дизела) данас постоје ото, мотори који троше бензин, и дизел мотори који троше дизел гориво.

5.3.3. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према начину припремања смеше

Према начину припремања смеше за сагоревање клипни мотори сус се деле на:

- моторе са спољашњим образовањем смеше и
- моторе са унутрашњим образовањем смеше

У овој подели спољашња припрема смеше подразумева да се смеша за сагоревање – мешавина пара горива и ваздуха припрема споља, ван цилиндра мотора, у посебном уређају. То су ото мотори са карбуратором, мешачем за гас или убризгавањен бензина у усисни систем.

Код мотора са унутрашњом припремом смеше за сагоревање у току усисавања у цилиндру улази чист ваздух, а смеша за сагоревање се припрема после сабијања непосредно пре и у току сагоревања, када се у цилиндар под високим притиском убризгава одређена количин агорива. То су дизел мотори.

5.3.4. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према начину упаљења смеше

Према начину упаљења смеше мотори сус се деле на:

- моторе са страним упаљењем смеше и
- моторе са самоупљењем смеше горива и ваздуха услед високе температуре.

У прву групу спадају ото мотори који имају посебне системе за стварање страног извора упаљења смеше – варница на електродама свећице која се налази у комори за сагоревање. Варницу ствара систем за паљење.

У другу групу мотора сус спадају дизел мотори који немају систем за паљење али зато морају имати велике степене компресије ради стварања довољно високих температура смеше на крају сабијања. Вредности температуре смеше на крају процеса сабијања морају превазилазити температуру самопаљења смеше.

5.3.5. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према начину остварења радног циклуса

Према начину остварења радног циклуса – тактности моторе сус можемо поделити на:

- једнотактне са и без надпуњења,
- двотактне са и без надпуњења,
- тротактне са и без надпуњења,
- четворотактне са и без надпуњења

Под једним тактом подразумевамо један ход клипа од спољне мртве тачке до унутрашње мртве тачке или обрнуто, односно један полуобртај коленастог вратила. Код једнотактних мотора се читав радни циклус у цилиндру мотора оствари за један такт – један полуобртај коленастог вратила. Код двотактних мотора радни циклус се заврши за два такта – односно за два полуобртаја коленастог вратила тј. за један обртај. Код тротактних мотора за обављање радног циклуса потребна су три хода или три полуобртаја коленастог вратила док код четворотактних мотора радни циклус се оствари за пуна два обртаја коленастог вратила – четири полуобртаја односно четири такта.

Код данашњих аутомобила се искључиво користе четворотактни мотори сус.

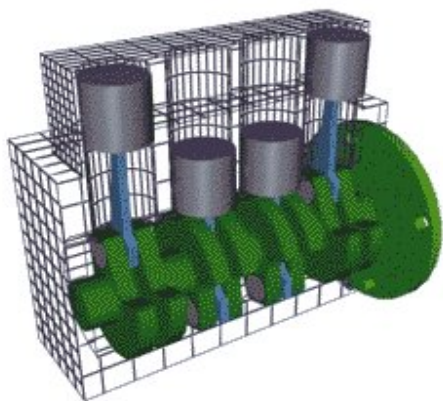
5.3.6. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према конструкцији

Према конструкцији мотори сус се деле на:

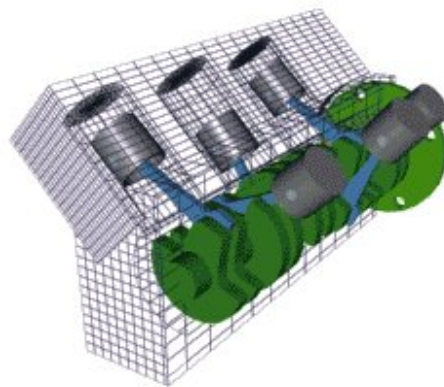
- клипни мотори са праволинијским кретањем клипова и
- клипни мотори са ротационим кретањем клипа – Wankel мотори

Клипни мотори са праволинијским кретањем клипова могу бити:

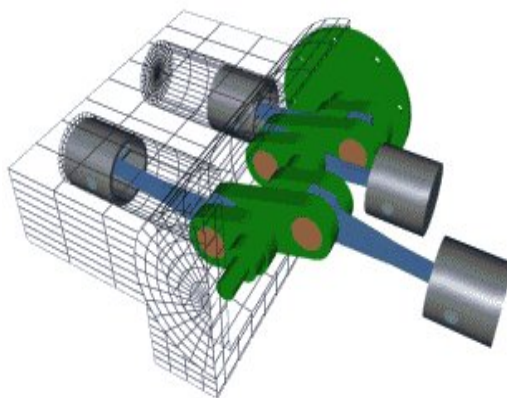
- вертикални редни, слика 6,
- хоризонтални редни,
- нагнутни редни,
- V- мотори, слика 7,
- Боксер мотори, слика 8,
- звездасти мотори, слика 9,
- мотори са наспрамним клиповима,



Слика 6: Вертикални редни мотор [12]



Слика 7: V – мотор [12]



Слика 8: Боксер мотор [12]



Слика 9: Звезда мотор [12]

5.3.7. Класификација клипних мотора са унутрашњим сагоревањем према хлађењу

Према врсти система за хлађење моторе сус можемо поделити на:

- моторе сус хлађени течностима
- моторе сус хлађени ваздухом и
- моторе сус са комбинованим хлађењем – глава течношћу а блок ваздухом

5.4. Принцип рада четворотактног мотора са унутрашњим сагоревањем

5.4.1. Четворотактни ото мотор

Код четворотактних мотора један радни циклус се одвије у току четири такта. Под појмом такт подразумева се онај део радног циклуса који се одвије у току једног хода клипа. Ход клипа представља померање клипа од једног до другог крајњег положаја. У крајним положајима брзина клипа је једнака нули, па се зато крајњи положаји клипа називају и мртвим тачкама. Спољашња мртва тачка је онај крајњи положај клипа, који је најудаљенији од осе коленастог вратила (СМТ). Крајњи положај клипа, који је најближи осе коленастог вратила назива се унутрашња мртва тачка (УМТ). Теоријски циклус четворотактног мотора дефинисао је 1862. године Бо д'Роше (Aphonse Beau de Rochas). Он је први указао на потребу сабијања смеше пре процеса сагоревања. Међутим, први реализатор и творац четворотактног мотора је немачки инжењер Николаус Аугуст Ото.

На другој светској изложби у Паризу 1867. године Николаус Ото и Еуген Ланген (1833-1895) су приказали мотор (познат под називом атмосферски мотор), који је радио на светлећи гас и имао за 30% већи степен искоришћења од до тада познатог Леонаровог мотора. Иако је Ото имао велики успех са атмосферским мотором, ипак он је сматрао да није пронашао поуздан и ефикасан мотор. Зато, је он тражио побољшања свог атмосферског мотора и коначно је на трећој светској изложби у Паризу 1876. приказао мотор који је радио на четворотактном принципу и давао снагу од 3 КС. Познати немачки инжењер Виљем Мајбах (1846-1929) брзо је усавршио његову конструкцију и већ крајем 1876. године био је произведен у знатним количинама. Генијална иновација била је одмах широко прихваћена у пракси. Настала је конкуренција у њеном усавршавању, а као последица тога убрзо је дошло до побољшања не само енергетских него и брзинских карактеристика мотора. Мотор је добио широку примену, а аутор је доживео да се произведе мотор снаге од 100 КС. Према основним деловима конструкције, принципу рада и закону измене притиска у цилиндру овај мотор је сличан неким конструкцијама данашњих мотора, чиме се и објашњава данашњи назив ото мотора.

Радни циклус четворотактног ото мотора сус чине тактови:

- усисавање,
- сабијање,
- ширење и
- издувавање.

За време такта **усисавања** клип се креће од СМТ до УМТ. За то време је посредством разводног механизма отворен усисни вентил и цилиндар се пуни свежеом смешом (смеша горива и ваздуха). У такту **сабијања** разводни механизам држи затворена оба вентила (усисни, издувни), клипсе креће од УМТ до СМТ.

Смеша се сабија, услед чега јој расте притисак и температура. Када клип дође у СМТ сабијена смеша се пали помоћу електричне варнице и настаје сагоревање смеше. Продукти сагоревања делују на клип и померају га према УМТ, стварајући користан рад. Ово је уједно и радни такт код мотора. Доласком клипа у УМТ радно тело је одало највећи део енергије па се посредством раздног механизма отвара издувни вентил и радно тело се одводи у атмосферу. Кретањем клипа према СМТ врши се потпуније истискивање радног тела. Доласком клипа у СМТ завршава се радни циклус четворотактног ото мотора, слика 10.



Слика 10: Радни циклуси ото мотора [9]

За време извођења радног циклуса над радним телом је извршено мноштво узастопних промена стања радног тела (промена притиска, температуре и запремине). Све те промене стања радног тела изводе се по неком уреденом редоследу и њиховим остваривањем извршено је уношење свеже смеше у унутрашњост цилиндра, њено сабијање, паљење, сагоревање, ширење насталих продуката сагоревања и њихово удаљавање из цилиндра. Значи, све промене стања радног тела које се одвијају за време четири такта могу се груписати у промене:

- којима се врши процес усисавања свежег пуњења,
- којима се врши процес сабијања свежег пуњења,
- којима се изводи процес паљења и сагоревања сабијене смеше,
- којима се изводи процес ширења насталих продуката сагоревања,
- којима се врши процес удаљавања (издувавања) продуката сагоревања

5.4.2. Четворотактни дизел мотор

Немачки инжењер и иноватор Рудолф Дизел (1858-1912), много је допринео развоју мотора сус. У његову част се данас једна група мотора сус назива дизел моторима. Први дизел мотор који је произведен по патенту Рудолфа Дизела, чије је упаљење настајало под утицајем високих температура насталих услед сабијања ваздуха у цилиндарском простору. Његова идеја се састојала у томе да се у цилиндар уноси чист ваздух, да се тај ваздух сабија у цилиндру до притиска око 200 бара, када би се у њега убризгавало тешко гориво (сирова нафта или петролеум). Високи степен загрејаности сабијеног ваздуха изазвао би тренутно запаљење горива, путем процеса самопаљења (не постоји потреба за свећицом за производњу варнице).

Међутим, принцип рада дизеловог мотора није био тако прост у то време, како то просто звучи. Претварање идеје у праску стварало је много проблема, јер ни једна машина до тада није користила тако високе температуре и притиске. У сарадњи са фирмом MAN у Немачкој 1893. године био је покушај да се произведе први мотор, али је тај покушај био неуспешан. Утрошено је више година на усавршавању, да би 1896. године био произведен мотор са степеном искоришћења око 25% (много више него код других машина тога времена). Међутим, прва успела конструкција мотора настала је у сарадњи са фирмом Krupp из Есена 1897. године, слика 11, када се и сматра настанак дизел мотора. Комерцијалана производња мотора ишла је веома успорено, јер убризгавање горива помоћу сабијеног ваздуха захтевало је компликоване, тешке и скупе допунске уређаје, а настале су и тешкоће око признавања патента. Свему овоме доприносила је и јако висока цена сирове нафте и петролеума. Заједно са швајцарском компанијом Saurer 1908. године је произвео и мале моторе применљиве за возила.



Слика 11: Први дизел мотор [9]

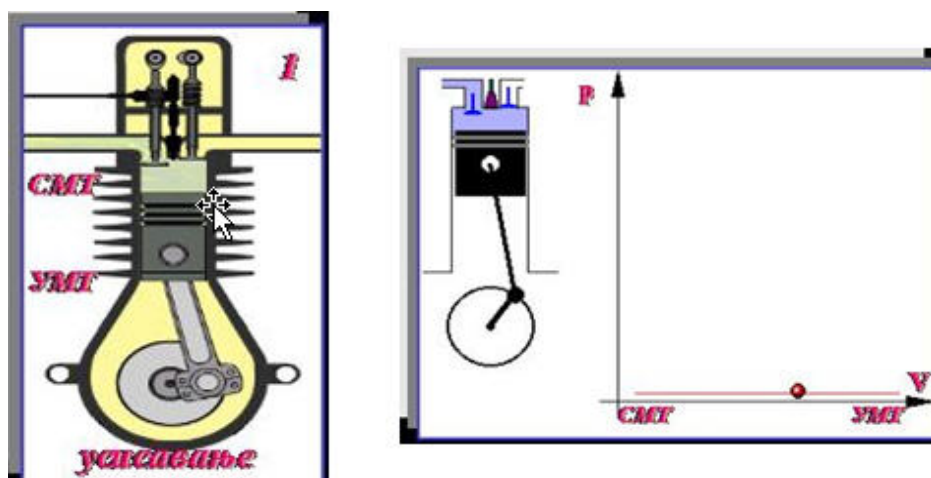
Главни недостатак дизел мотора било је убризгавање горива у цилиндар посредством сабијеног ваздуха. Десетак година после смрти Рудолфа Дизела (1913), тачније 1922. године Роберт Бош је одлучио да развије нови систем за убризгавање горива у дизел мотор. Коришћењем већ стечених искустава из области производње пумпи за подмазивање, 1925. године се дефинише коначан облик пумпе за убризгавање горива. 1927. године почела је прва серијска производња пумпе, која је била способна да изведе потпуно захтевани задатак, а што је довело до поновног развоја дизел мотора и њихове широке примене.

Степен компресије, као основна геометријска карактеристика мотора одражава меру промене запремине цилиндра при кретању клипа од УМТ до СМТ, односно степен сабијања радног тела. Код дизел мотора, величина степена сабијања је знатно већа него код ото мотора, што се објашњава потребом за остваривањем већег притиска свеже смеше код дизел мотора да би дошло до самопаљења убризганог горива.

Принцип рада дизел мотора

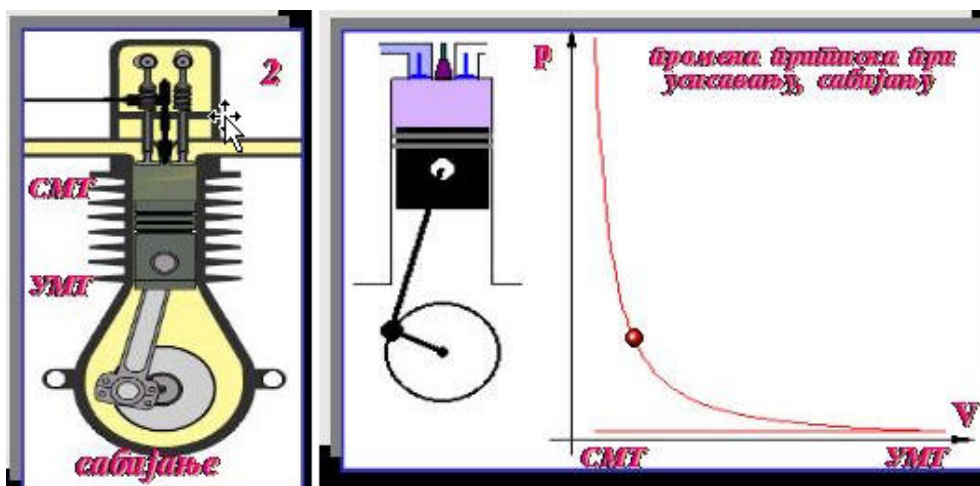
Радни циклус код дизел мотора се такође као и код ото мотора изводи у току четири такта: усисавање, сабијање, ширење и издување.

За време такта усисавања клип се креће од СМТ. За то време је посредством радног механизма отворен усисни вентил и цилиндар се пуни свежеом смешом која представља чист ваздух, слика 12.



Слика 12: Такт усисавања [9]

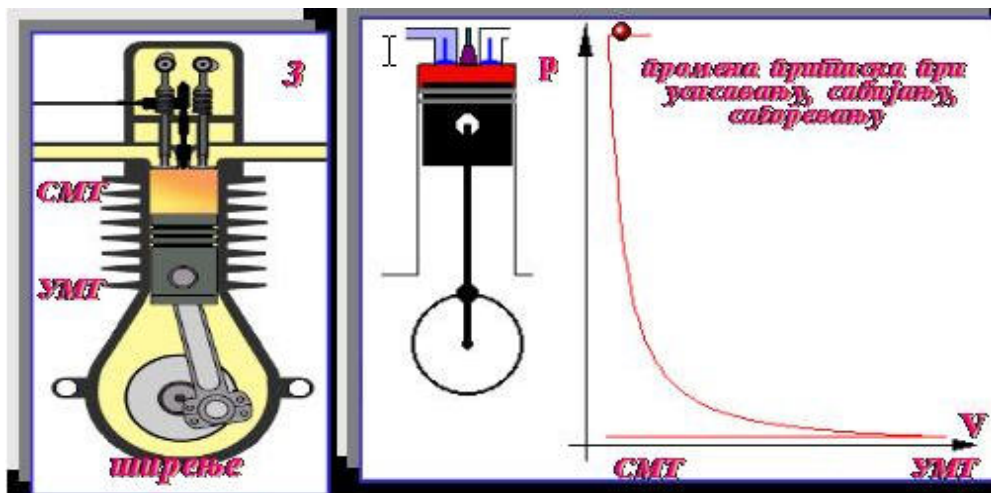
У такту сабијања радни механизам држи затворена оба вентила (усисни, издувни), клип се креће од УМТ ка СМТ. Ваздух (свежа смеша) се сабија услед чега му расте притисак и температура, слика 13.



Слика 13: Такт сабијања [9]

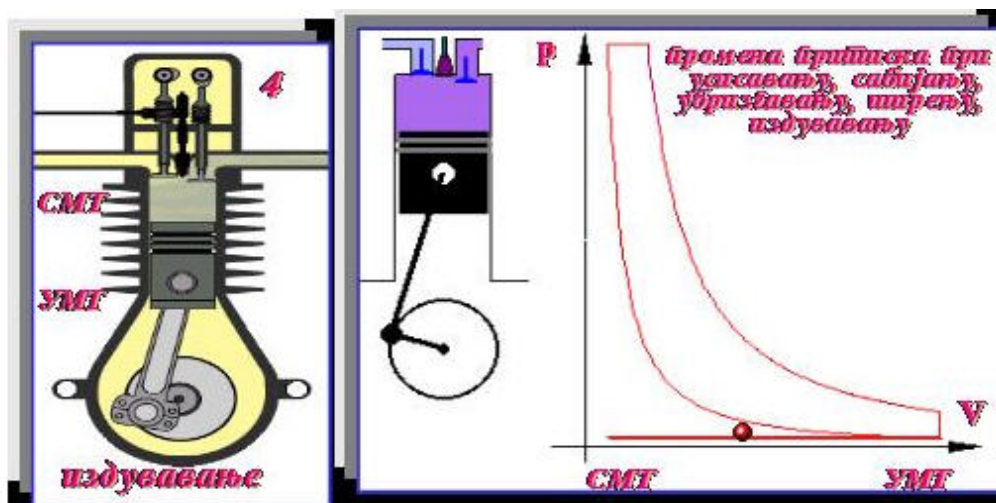
Доласком клипа у СМТ (у такту сабијања) посредством пумпе високиг притиска у сабијени и врео ваздух се убризгава одређена доза тежег течног горива у виду fine магле. Услед високог степена загрејаности сабијеног ваздуха долази до самопаљења убризганог горива и настанка активног процеса сагоревања. Настали

продукти сагоревања делују на клип и померају га према УМТ, стварајући користан рад. Ово је значи (као и код ото мотора) радни такт, слика 14.



Слика 14: Такт ширења [9]

Доласком клипа у УМТ радно тело је предало највећи део енергије па се посредством радног механизма отвара издувни вентил па се радно тело одводи у атмосферу. Кретањем клипа према СМТ врши се потпуније истискивање радне материје. Доласком клипа у СМТ завршава се радни циклус четворотактног дизел мотора, слика 15.



Слика15: Такт издувавања [9]

На основу приказане анализе рада четвортотактних ото и дизел мотора може се уочити шта је то што их разликује и како те разлике утичу на њихове карактеристике:

1. Код ото мотора формирање смеше горива и ваздуха изводи се ван цилиндра (спољно образовање смеше), што дозвољава да се формирање те смеше изведе уз добро мешање и хомогенизацију (каже се да ото мотори раде са хомогеном смешом). Хомогена смеша омогућује брзо сагоревање.

Код дизел мотора формирање смеше горива и ваздуха врши се у унутрашњости самог цилиндра (унутрашње образовање смеше). Око капљица убризганог горива у сабијеном ваздуху формира се смеша различитог састава. У центру капљице налази се чисто гориво, док се на периферији капљице формира упаљива смеша, која почиње да сагорева. Формирање смеше се изводи значи током процеса сагоревања. Саме капљице су неравномерно распоређене по простору за сагоревање. Неравномеран састав смеше око капљица и неравномерна расподела капљица у простору за сагоревање указују да се рад дизел мотора изводи са хетерогеном смешом.

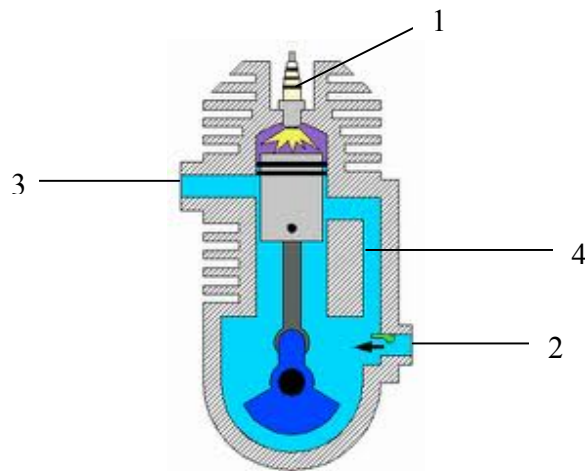
2. Упаљење формиране смеше код ото мотора се врши посредством варнице (спољашње енергије). Хомогена смеша не сме да се нађе у условима самопаљења, како не би дошло до њене експлозије, односно детонантног сагоревања. Брзина сагоревања се регулише брзином простирања фронта пламена кроз простор за сагоревање.

Упаљење формиране смеше код дизел мотора врши се на рачун сопствене енергије сабијеног ваздуха (загрејан изнад температуре самопаљења), а брзина процеса сагоревања зависи од брзине образовања смеше нако убризгавања горива у цилиндар. Ово омогућава да се постиже контролисано сагоревање, са малим порастом притиска.

3. С обзиром на начин сагоревања ото мотори раде са мањим вишком ваздуха него дизел мотори, па због тога могу да развију већу снагу из јединице запремине у односу на дизел моторе.
4. Ото мотори раде са мањим притисцима радног тела у цилиндру мотора, па су због тога димензије и маса елемената ото мотора мања од димензија и масе елемената дизел мотора. Из тих разлога ото мотори су погоднији за добро прихватање променљивих режима рада.
5. Највећи недостатак ото мотора у односу на дизел моторе је нешто лошија економичност, а што је проистекло због мањег степена сабијања, који се ограничава опасношћу од детонантног процеса сагоревања.
6. Као последица наведених особености ото и дизел мотора, ото мотори се користе тамо где се траже лаке конструкције и довољна снага (путнички аутомобили, моторцикли, мопеди, лаки бродски мотори, мањи авионски

мотори и тд.), док се дизел мотор обавезно користи за тежу механизацију (теретне аутомобиле, аутобусе, средње и веће бродске моторе, грађевинску и пољопривредну механизацију и сл.).

5.5. Двотактни мотори са унутрашњим сагоревањем



Слика 16: Пресек двотактног мотора [13]

Поред четвортактних, постоје и двотактни мотори сус, како бензиски тако и дизел. Код њих се радни циклус одвија у два хода клипа. На слици 16. упрошћено је приказан пресек једноцилиндричног двотактног мотора, где позиција (1) означава свећицу ако је у питању бензински, односно брызгалку ако је у питању дизел мотор двотактног циклуса. У првом такту клип се креће ка СМТ и сабија смешу у горњи део цилиндра, док са доње стране клипа (у доњем простору мотора, картеру) настаје подпритисак, због чега свежа смеша струји у доњи простор кроз уводни канал (2). Када се смеша сабије, електрична искра појави се између електрода свећице, пали смешу и изазива експанзију, због које, по преласку кроз СМТ клип бива потиснут ка УМТ. У моменту када прође поред издувног канала (3), клип га практично отвори и продукти сагоревања почну да излазе у издувни систем. Одмах затим клип отвори и канал (4) који спаја радни простор цилиндра са моторским кућиштем, па кроз овај канал у цилиндар почиње да улази свежа смеша из доњег простора која је у њега била усисана у предходном такту, а услед тога што је потискује клип који се сад креће надоле. Свежа смеша и сама потискује заостале продукте сагоревања, због чега и сам клип има специфичан облик у циљу усмеравања струјања.

Након проласка кроз УМТ, клип се се поново креће ка СМТ, најпре затвара сопственим телом канале и поново врши сабијање, чиме је већ почео нови циклус.

Што се тиче двотактних дизел мотора, циклус се одвија идентично, једино што се уместо смеше горива и ваздуха усисава ваздух. Гориво се убризгава као и код четворотактног дизел мотора, а самопаљење се обавља такође по истоветном принципу (адијабатска компресија). Пражњење се обавља по истом принципу као и код двотактног бензиског мотора, опет имајући у виду да свежу радну материју, која потпомаже истискивање продуката сагоревања, чини ваздух.

Уочили смо да код четворотактног мотора радни циклус чине два пуна обрта коленастог вратила, тј. радни такт (онај у коме се ослобађа механички рад) је сваки четврти такт. Код двотактног мотора циклус се састоји из једног обрта коленастог вратила, а сваки други такт је радни. Излази да двотактни мотори имају један радни такт по обрту, а четворотактни један радни такт на два обртаја коленастог вратила, одакле се може извести закључак да би двотактни мотор имао двапут већу снагу од четворотактног мотора исте радне запремине цилиндра. Ово није у пракси могуће постићи, најпре зато што приликом отварања излазног канала изађе део још неискоришћених гасова, затим што заједно са издувним гасовима изађе део свеже смеше, као и због тога што у цилиндру увек остаје извешан део сагорелих гасова за следећи такт (што је неповољно).

Због тога они имају само 50 – 70 % већу снагу у односу на четворотактни мотор исте радне запремине. Њихова економичност је, међутим, због поменутих недостатака осетно мања од четворотактних мотора. Неповољни су и с еколошког аспекта, пошто имају неповољну емисију штетних продуката сагоревања (између осталог и због тога што мањи бензиски двотактни мотори троше мешавину бензина и уља, јер се на тај начин подмазују). И поред очигледне предности што немају вентилски систем, поменути разлози су учинили да се двотактни мотори готово више и не примењују за погон аутомобила.

Према интензитету снаге коју развијају двотактни мотори се могу поделити на моторе са :

- веома малим,
- малим,
- средњим,
- великим и
- веома великих снага.

Мотори веома малих снага се користе у авиомоделарству и од њих се посебно захтева да имају што мању масу и мале габаритне мере. Управо тим захтевима најбоље одговарају двотактни отомотори са испирањем кроз кућицу који имају веома просту конструкцију, а поред тога у односу на величину радне запремине дају релативно велику снагу.

Мотори малих снага су нашли веома широку примену у области радних машина, као што су моторне тестере, мотокултиватори, косилице и др. У ову групу спадају и мотори за погон мопеда, моторних чамаца и малих кућних агрегата за производњу електричне енергије, као и пумпи за поливање.

Мотори за моторне тестере и мопедне су искључиво оне мотори који раде на релативно великим бројевима обртаја. За моторне чамце се примењују оне мотори који се споља постављају, а на излазном вратилу имају монтирану елису за погон. Такође је могуће остварити и функцију управљања чамцем помоћу мотора, тако што се омогући окретање мотора око вертикалне осе.

Двотактни дизел мотори успевају да задовоље захтеве неких уређаја, као што су генератори за производњу ел. енергије и пумпи за поливање, па су ту и нашли своју примену, што је посебно значајно по питању економичности.

Мотори средњих снага се користе за погон мотоцикала и то су оне мотори који раде на средњим и високим (спортски мотори) бројевима обртаја.

Раније су се мотори из ове групе користили за погон трактора и аутомобила (Вартбург), али су временом законски прописи о емисији издувних гасова били све строжији, па ови мотори нису могли да задовоље постављене услове. Међутим, у данашње време су развијени системи за убризгавање горива под високим притиском, што омогућава убризгавање у близини СМТ као код дизела. Такође се применом компресора за довођење свежег пуњења постиже боље испирање и коначно, применом катализатора у издувном систему врши се “пречишћавање” издувних гасова. Спрегнутом применом ових савремених система је могуће знатно побољшати карактеристике ових мотора, што уз предзнање да ови мотори из исте радне запремине имају, теоријски, двоструко већу снагу од четвортактних чини двотактне моторе све конкурентнијим, па се са правом називају моторима будућности у аутоиндустрији. У примени двотактних мотора за погон аутомобила посебно су далеко одмакли произвођачи са далеког истока, нарочито Јапанци, док су сви европски произвођачи задржали рад на развоју ових мотора, али их нема у широкој примени.

Мотори великих снага се користе за погон локомотива и мањих бродова (јахти), као и за индустријске потребе – стационарни мотори. Ови мотори су скоро искључиво спороходи дизел мотори који се карактеришу својом економичношћу, имају висок степен искоришћења и веома дугачак радни век.

Мотори веома великих снага се користе за велике прекоокеанске бродове, носаче авиона и танкере. То су највећи мотори који се данас производе и имају снагу и преко 100000 КС. Ову групу чине искључиво спороходи двотактни дизел мотори, где је ход клипа и до неколико пута већи од пречника клипа

5.5.1. Опште карактеристике савремених двотактних мотора

Све строжије законске прописе по питању токсичности издувних гасова могу задовољити само нова конструктивна и технолошка решења. Конструктори мотора су прве интервенције урадили на систему за припрему смеше и на систему паљења са циљем да се на самом извору смањи настајање отровних продуката. Како је квалитет (удео парних фаза горива у смеси горива и ваздуха) и тачан састав смеше од битног значаја за потпуност сагоревања горива у цилиндру и самим тим за стварање отровних продуката сагоревања, том систему се и данас посвећује посебна пажња.

Интервенције на систему паљења су вршене у смислу појачања енергије варнице због сигурног упаљења и оптималне промене угла предпаљења у читавом радном опсегу мотора.

Варијабилни усисни системи се углавном користе ради једновременог остварења високог обртног момента и снаге мотора.

Код двотактних мотора са вентилским усисом (IAPAC) ранијим затварањем усисног вентила на ниским оптерећењима се остварује смањена потрошња горива.

Конкретне границе токсичних елемената емисије двотактних мотора по критеријуму ЕСЕ 40 су дате у табели 1.

Тежина возила G (kg)	CO (g/km)	HC (g/km)
<100	16	10
100-300	$16 + 24 \cdot \frac{G - 100}{200}$	$10 + 5 \cdot \frac{G - 100}{200}$
> 300	40	15

Табела 1: Конкретне границе токсичних елемената емисије двотактних мотора [15]

За путничка возила границе по ЕУ-стандардима су дате у табели 2. и ту спадају возила укупне масе до 1250 кг, док за теретна возила важе посебне границе.

Емисија (g/km)	CO	HC+NO _x	Честице
Euro 3, 2000 g.	0.64	0.56 (NO _x =0.5)	0.05
Euro 4, 2005 g.	0.5	0.3 (NO _x =0.35)	0.025

Табела 2: Границе за путничка возила [15]

Као резултат специфичности рада двотактних мотора, у делу циклуса у коме се врши измена радне материје, долази до губитка одређене количине свежег пуњења. Ова појава лоше утиче на више карактеристика двотактних мотора, тј. погоршава погонске карактеристике и повећава токсичност издувних гасова.

Повећање емисије угљоводоника (НС) у издувним гасовима је директна последица губитка свеже радне материје т.ј. несавршености процеса пуњења.

Постоје три основна извора емисије несагорелих угљоводоника:

1. Кратак спој свежег пуњења и продуката сагоревања је главни извор. Ова појава се смањује са порастом броја обртаја мотора (смањује се време потребно да свеже пуњење дође до издувних канала пре њиховог затварања) и смањењем количине пуњења.
2. Други извор је лоше сагоревање, посебно при малом пуњењу, када садржај продуката сагоревања у цилиндру постаје велики.
3. Последњи могући извор НС емисије је моторно уље. Код нове генерације двотактних мотора, где се гориво доводи одвојено од ваздуха, могуће је користити веома мале количине уља, па се овај извор емисије драстично смањује.

Произвођачи двотактних мотора су, у циљу побољшања карактеристика, највише пажње посветили усавршавању процеса измене радне материје.

6. МАНИФЕСТАЦИЈЕ НЕИСПРАВНОСТИ КОЈЕ НАСТАЈУ УСЛЕД ПРИМЕНЕ НЕАДЕКВАТНОГ ПОГОНСКОГ ГОРИВА

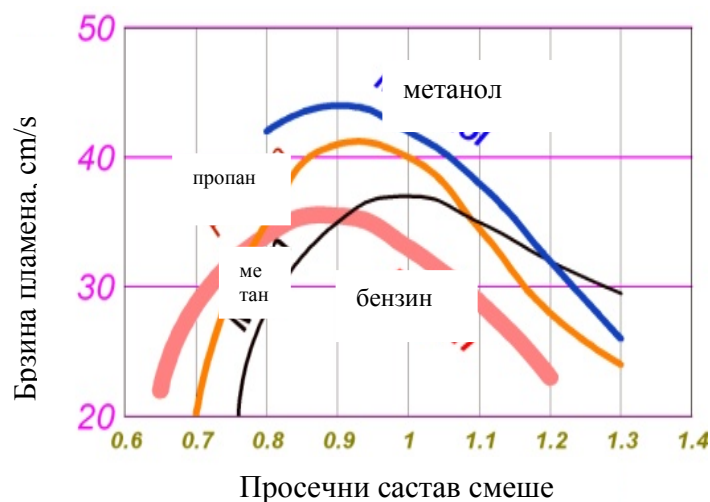
Од погонског горива у многостави зависи да ли ће у току експлоатације моторног возила доћи до појаве неких неисправности у раду самог погонског мотора. Неправилан рад мотора или чак отказ појединих делова склопа мотора уско је повезан са врстом горива која се користи. Неадекватно гориво по врсти, квалитету, сипње погрешног горива у резервоар, само су неки од фактора који утичу на рад самог мотора и тога како ће се мотор понашати у току експлоатације.

6.1. Нормално и ненормално сагоревање код дизел мотора

Све материје које бурно оксидишу и при томе ослобађају топлоту зовео термогеним. Спора оксидација се мери минутима и сатима. Оксидација са лако видљивим пламеном и брзинама сагоревања до пар метара у секунди се у теорији сагоревања назива дефлаграција. Нормално сагоревање у моторима се обавља брзинама до 200 м/с. Ненормално сагоревање је са брзинама преко те вредности. Горива се деле по агрегатном стању на: чврста, течна и гасовита. Мада је у историји мотора било покушаја да се дуже времена и поуздано ради са чврстим горивима (било природним било вештачким) ти огледи нису изашли из лабораторија. Процес сагоревања је могућ само у гасној фази. Спонтана брза оксидација је пут за трансформацију хемијске енергије горива у потенцијалну енергију продукта потпуног сагоревања. При томе су продукти потпуног сагоревања једино H_2O и CO_2 (хемијски неактивни када су у чистом стању), а који опет у екологији имају третман загушљивих гасова.

По својој дефиницији топлотни мотори разлику притисака, тактом ширења, претварају у механички рад. Исто тако, по егзактној теорији, топлота и рад су форме преласка хемијске енергије горива у енергију околине. По законима природе материја и енергија могу да мењају једино свој облик: сила инерције зависи од материјалног и енергијског садржаја сваког тела.

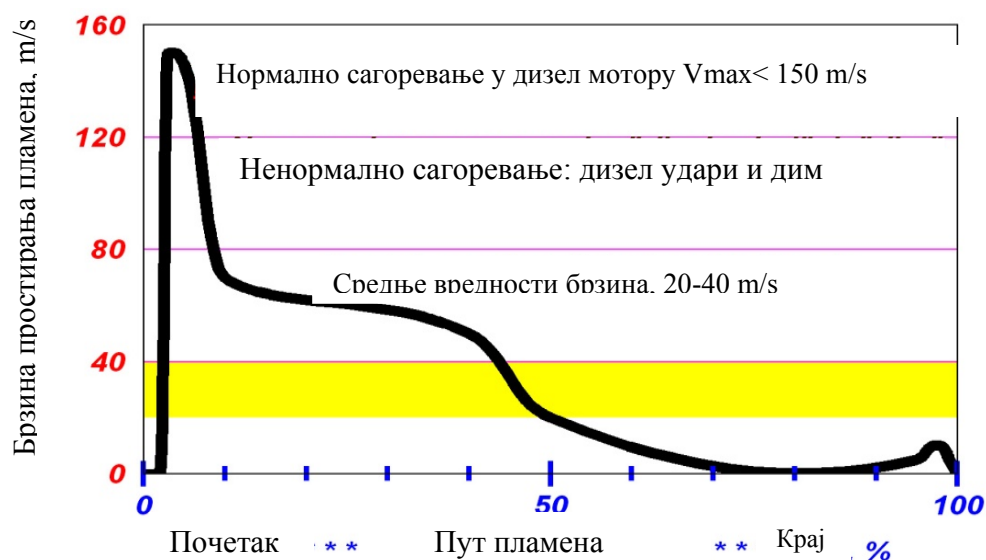
Под стандардним условима и у мирној средини средње брзине пламена за све угљоводонике из нафтних горива су мање од 50 cm/s (при саставу смеше нешто испод стехиометријског), слика 17. Највећу брзину сагоревања међу угљоводонцима има водоник (око 50 cm/s). Тако измерене брзине зовео "хемијским или ламинарним брзинама сагоревања". Измерене брзине у моторима су вишеструко веће, а зависе од температура, притисака, струјних услова и типа коморе.



Слика 17: Брзине пламена сагоревања [1]

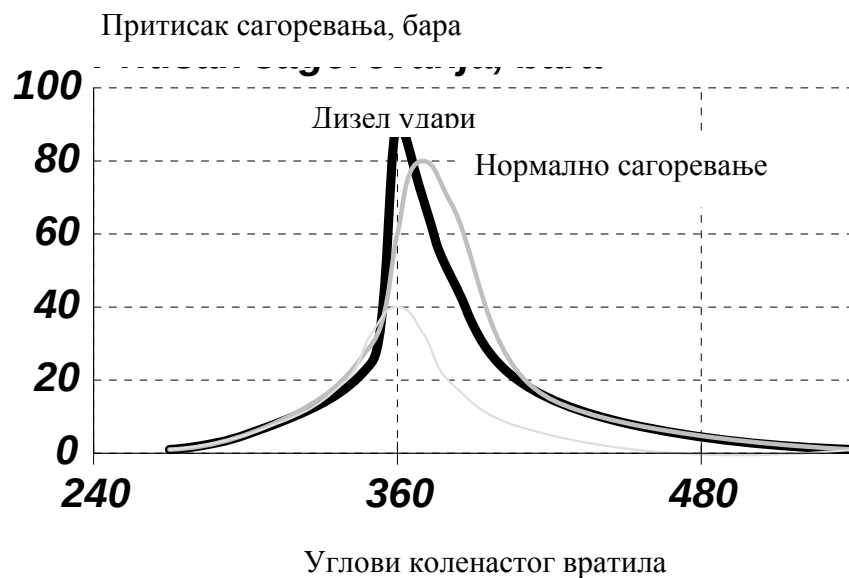
Брзине сагоревања у моторима су збирови апсолутних вредности хемијских брзина v_{hem} (под стандардним условима cm/s) и брзина преношења реакције v_{transp} по комори за сагоревање (m/s). Брзине сагоревања у моторима v_{sag} зато зовемо „транспортним или турбулентним брзинама сагоревања“. Просечне вредности су $v_{sag} = 20 - 50$ m/s.

Када је Рудолф Дизел прво објавио теорију 1892.г., а онда направио мотор 1893.г. по тим инструкцијама, то је било потпуно техничко изненађење за тадашње инжењере: правила пројектовања дизел мотора су у свему противуречила важећим упутствима за ото моторе. Због тога се и дан-данас његовим патентима дају комплименти највеће интуиције јер ни пре ни после није направљена слична топлотна машина. Са дијаграма брзина сагоревања у класичним дизел моторима видимо да максималне брзине (реда величине 150 m/s) имамо на почетку, а да при крају постоји карактеристичан одскок, слика 18.



Слика 18: Брзине сагоревања у дизел моторима, m/s [1]

Због те велике почетне фазе дизел мотор је преосетљив на услове у комори. Ако је гориво тешко упаљиво и/или ако су ваздух и комора хладни у дизелу касни паљење. Тако је сваки пут при првом старту хладног мотора. Класични системи за убризгавање убризгавају велике количине горива у цилиндар. Првим упаљењем се активира врло велика количина горива. Тиме изазивамо ненормално сагоревање које зовемо "**дизел удари**", слика 19. Цео процес прати нагли раст притиска и силе гасова гњече лежајеве, ломе клипњаче и радилице. Поновимо, дизел мотор има појаву ненормалног сагоревања у првој фази сагоревања. Време од убризгавања првих порција горива до појављивања видног пламена је код дизел мотора мера регуларности процеса сагоревања и квалитета дизел горива. Склоност ка самоупаљењу горива се мери дужином тога периода и оцењује цетанским бројем. Лоше гориво - за дизел моторе, цетанског броја испод 40 - има високу температуру самоупаљења. Добро гориво се лако пали ако има цетански број између 50 и 60. Ни гориво преко 60 цетана није добро јер се пали тренутно па нема времена за физичко-хемијске припреме и потпуно сагоревање. Дизел мотор у раду са горивом претерано великог цетанског броја (преко 60), дими.



Слика 19: Дијаграм нормалног и ненормалног сагоревања (дизел удари) [1]

Ево основних пројектних услова за квалитетан ток радног процеса у дизел мотору:

- Смањити просторну и временску неодређеност појава током сагоревања у дизел мотору.
- Остварити предубризгавање мање порције горива за прво самоупаљење.
- Елиминисати појаву накнадног убризгавања и процуривања горива (из бризгача) при крају процеса.
- Струјним условима у комори обезбедити искоришћење целокупне количине ваздуха.

Опет се враћамо фазама сагоревања у дизел мотору, слика 20.

Процес сагоревања у дизел мотору



Слика 20: Фазе сагоревања у дизел моторима [1]

Видели смо да на крају процеса сагоревања пламен има једну одскачну функцију. То је слика догоревања типична за дизел моторе са класичним системом убризгавања. Игла бризгача осцилује услед хидрауличких и/или механичких појава па у цилиндар улази нека додатна количина течног горива под ниским притиском. Слабо распрашене капљице горива се термички разлажу и прелазе у продукте непотпуног сагоревања, у честице, у чађ, у дим. Доказано је да су многе компоненте, непотпуног сагоревања у издувним гасовима дизел мотора, канцерогено стимулативне па су дизел мотори и сви погонски материјали за њих под строгим надзором у свим земљама. Те еколошке слабости елиминишу класичне системе и отварају врата новим системима убризгавања и сагоревања у дизел моторима.

Сада можемо извући очекиване правце усавршавања и развоја дизел мотора за возила:

1. По узору на бродске у потрошњи горива
2. По узору на ото моторе у високој динамичности и ниској емисији

Централно место будућих конструкција дизел мотора припада унапређењу еколошких карактеристика и повећању економичности проширењем поља минималне потрошње горива по највећем делу радних режима како то траже путничка и сва друга возила.

Методe за постизање тих циљева су:

1. Нове технике екстремно високих притисака убризгавања и квалитетног остварења смеше, а који гарантују потпуно сагоревање
2. Системи за варирање степена компресије у свакој радној тачки мотора
3. Триболошко оптимирање и увођење менаџмента системима мотора

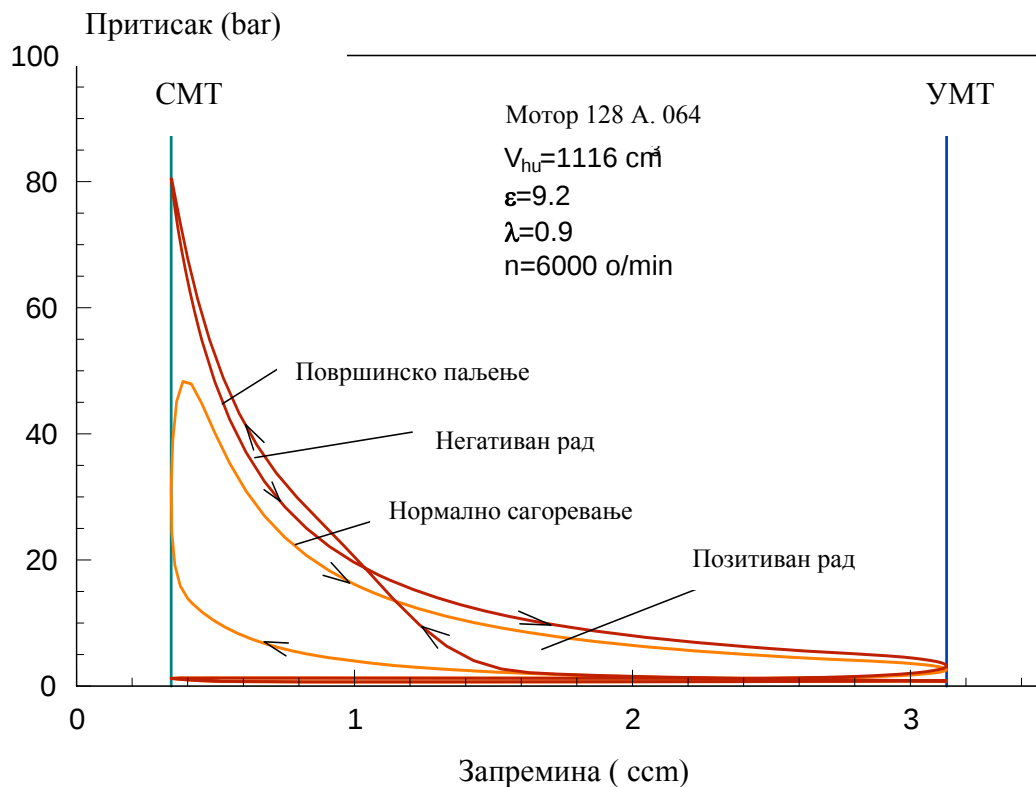
6.2. Ненормално сагоревање у ото моторима

Код ненормалног сагоревања долази до поремећаја неке од следећих карактеристика:

- велике брзине сагоревања, максимална брзина већа од 200 m/s,
- температура има испрекидан ток, а највећа вредност преко 2500 °C,
- необична бука, појављују се јаки тонови учестаности 5-10 kHz,
- максималне вредности притиска расту (код површинског паљења) или у току ширења добијају тестераст ток (код детонације),
- промењен састав издувних гасова,
- мирис издувних гасова постаје интензиван и тд.

Тако видимо да постоји више типова ненормалног сагоревања и већи број узрока.

Површинско паљење изазивају нерегуларности у комори: лоше изабрана или стара свећица, топла места у комори (цепови и мртве лоше хлађене зоне) и најчешће талози. Када су топла места моћна онда се смеша пали на једном или више места пре, истовремено или после варнице са свећице. На индикаторском дијаграму се појава таквог опасног површинског паљења пре варнице види као висок шпиц притиска изнад нормалног сагоревања који је сасвим близу СМТ, слика 21.



Слика 21: Индикаторски дијаграм површинског паљења [12]

Наредни циклуси се прогресивно повлаче, све више испред СМТ, уз повећање негативног рада компресије. У једном тренутку у неком цилиндру се мења смер обртања коленастог вратила (јер рад компресије постаје већи од рада ширења). Код вишецилиндричних мотора цилиндар са прогресивним јачањем површинског паљења покушава да промени смер окретања коленастог вратила па мотор губи снагу и/или долази до хаварије.

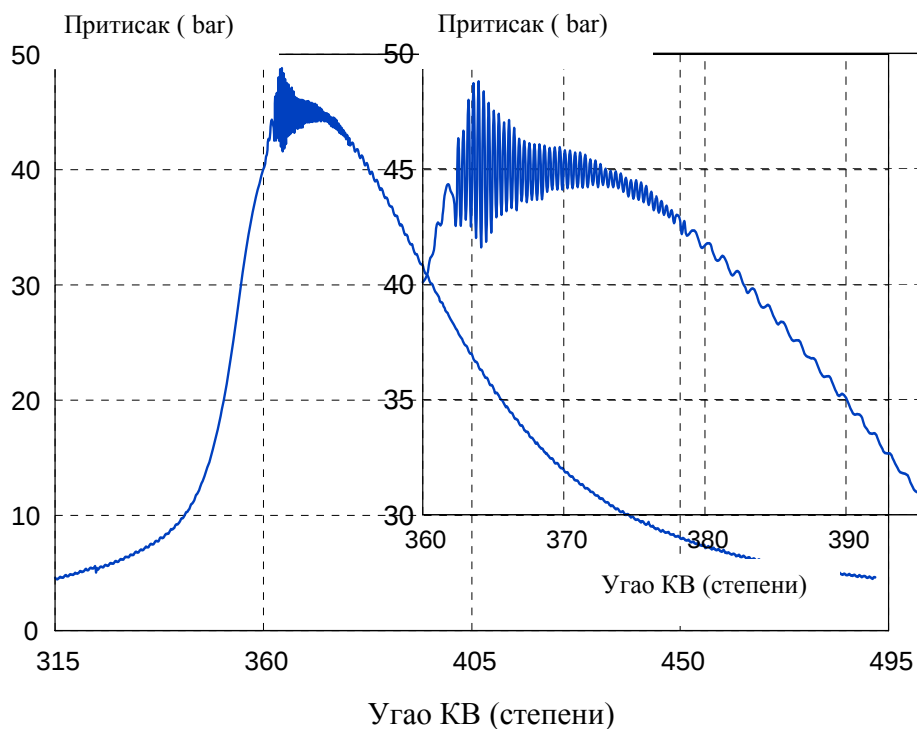
У америчкој литератури се такав феномен назива „дизелинг“: паљење је изазвано интензивним топлим местом у комори независно од свећице, као у дизел мотору (градијент пораста притиска у ото мотору са нормалним сагоревањем је 2-3 бара по степену угла коленастог вратила, а при површинском паљењу је преко 10 бара по степену тј. као код дизел мотора).

Детонација. До детонације долази после паљења свећицом у трећој фази при крају сагоревања. Нека количина смеше се пали (независно од свећице) сама од себе јер има малу отпорност на термичко зрачење од већ сагореле количине горива и на физичко-хемијске услове у комори. Концентрација активних центара у несагорелој смеси толико порасте да та смеша одједном експлозивно сагори. Значи тај део смеше не сагорева ни поступно нити фронтом пламена. На индикаторском дијаграму, слика 22, се јављају тестерасте линије у току притисака и врло високе температуре (које пробијају заштитне гасне граничне слојеве и доводе до реакције хемијски активних гасова са атомима метала коморе,

клипа, главе, вентила). Све то прати интензивна метална бука, промењен састав и мирис издувних гасова итд. Јака детонација ствара ужарена места по комори мотора од којих почиње површинско паљење, и обрнуто, јако површинско паљење редовно прелази у детонацију.

Најчешћи узроци ненормалног сагоревања су:

- комора за сагоревање (разуђена, развучена и без добре струјне слике)
- гориво (лоших октанских квалитета или без адитива),
- лоше подешено претпаљење,
- старт мотора са пуно талога у комори и по свим деловима, и
- нестручна и погрешна техника вожње.



Слика 22: Индикаторски дијаграм сагоревања са детонацијом [1]

Конструкција коморе за сагоревање. Разуђене и/или развучене коморе без добре струјне слике погодују детонацији. „Коморе брзог сагоревања“ са интензивним вртлогом могу радити са већим вредностима степена компресије, истим октанским квалитетом горива и сагласно мањом потрошњом горива. Захтеви које мора испунити добра комора су:

- компакност, минималан однос површине и запремине коморе
- што краћи пут пламена,
- што већа компресиона турбуленција смеше,

- довољни проточни пресеци вентила,
- погодан положај свећице,
- интензивно хлађење најудаљенијих места коморе.

Гориво је иницијатор детонације када возач не прилагоди технику вожње бензину: тражи више октана од препоруке произвођача. Детонација није опасна када је краткотрајна и слаба. Дакле, ако мотор за тренутак „закликће“ слично раду вентила са великим зазором (у моменту наглог додавања гаса при преласку из нижег у виши степен преноса) онда то није опасно. Чим је детонација јака и дуготрајна, возач осећа да мотор губи снагу. Детонација при великим брзинама вожње се тешко запажа (не чујемо!), а требало би зауставити возило ради прегледа у сервису. Карактеристике горива којим описујемо његову отпорност на ненормално сагоревање зовемо октанским квалитетима горива.

Претпаљење је дијагностички показатељ тока сагоревања. Ако при повећању угла претпаљења мотор јаче детонира, а при смањивању угла детонација ишчезава, онда смо скоро сигурни да је гориво узрок детонацији у мотору.

Старост коморе за сагоревање је у питању када мотор не реагује на промену момента паљења или наставља са окретањем после искљученог паљења. У комори су талози; или је неко место у њој прегрејано; или свећица нема довољну „топлотну“ вредност (па је њена електрода ужарена и пали смешу пре електричне варнице). Током времена у комори се стварају талози на челу клипа, по вентилима и цилиндарској глави. Талози настају од сагорелог уља, смола из горива, прљавштине из горива и ваздуха. Код бензина са оловом једна трећина унетог олова остаје у комори, једна трећина излази са издувним гасовима, а остатак се талози по издувном систему.

После одређеног броја сати рада мотора талози и лакови у толикој мери обложе комору да се повећа степен компресије мотора. Са друге стране они су лоши проводници топлоте те подижу температуру у комори уз неповољно каталитичко дејство на ток сагоревања. Све то резултира у порасту захтева мотора према квалитету горива. Ови ефекти су нарочито опасни код дуготрајне вожње при пуном оптерећењу мотора. Возач није у стању да разлучи нове шуме у мотору од буке возила у покрету.

Ненормално сагоревање (детонација и површинско паљење) може бити дуготрајно и јако са катастрофалним последицама по мотор. Постоје прописани тестови за праћење ненормалног сагоревања у режимима:

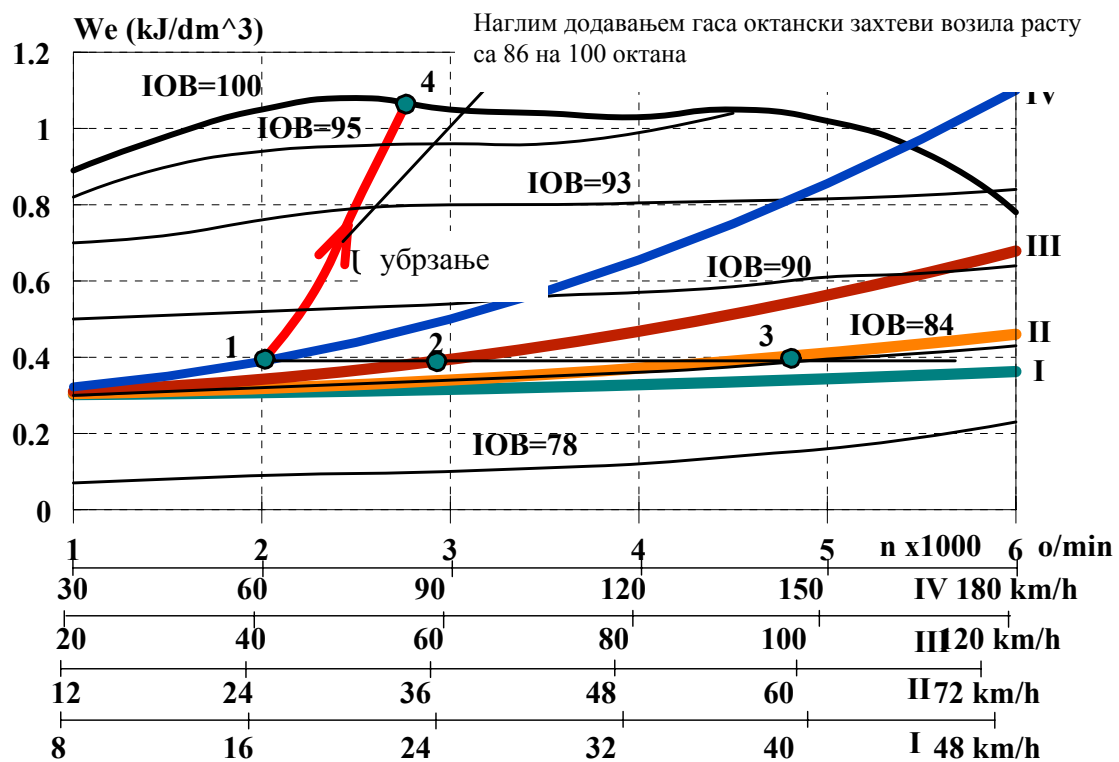
1. убрзавања возила и
2. великих брзина

Другим речима, према специфичностима сваке конструкције мотора и возила, према врсти погонских материјала (пре свега горива и мазива) треба саставити и поштовати упутства о начину коришћења која гарантују очување техничке и еколошке исправности.

Техника вожње битно утиче на детонацију. Невештом вожњом (нагло додавање гаса) свако гориво може довести до детонације, слика 23. И обрнуто, вештом вожњом и добрим одржавањем можемо користити сваку врсту комерцијалног горива без опасности од детонације (према примеру за ово модерно возило: при брзини од 60 km/h на благом успону у IV степену – тачка 1 – потребно је 86, у III степену – тачка 2 – 85 а у II степену преноса – тачка 3 – 84 октана). Ако не вршимо нагла убрзања и на успонима возимо у нижим степенима преноса, онда ће захтеви за октанским квалитетима бити умерени. Код неопрезног возача возило са аутоматском трансмисијом, са добром звучном изолацијом, са приколицом (и прегласном музиком) може дуго времена радити у зони детонације и површинског паљења.

По америчким испитивањима на пуном гасу мање обучени возачи траже до 5 октанских јединица више од обучених, а на делимичном гасу око 2 јединице. Модерни системи за паљење имају давач детонације који аутоматски смањује угао претпаљења чим се она појави. Интелигентни софтвери са адаптивним функцијама памте технику вожње и бирају регулационе параметре према сваком возачу. Док то не уђе у праксу, за возила са класичним системима паљења је редовна контрола момента паљења далеко јефтинија од замене здробљених делова.

Неке велике фирме имају посебну обуку за економичну вожњу. Код путничких возила се таквом техником – уз пуно уважавање саобраћајних прописа – постиже нижа потрошња горива од 4 % до 13% и нижа емисија до 20 %.



Слика 23: Упутства за вожњу без детонације [1]

7. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА КОЈА СЕ ОДНОСИ НА ПОГОНСКА ГОРИВА ЗА МОТОРНА ВОЗИЛА

Еколошки захтеви за квалитет горива више се не задржавају само на утицај самог горива или продуката сагоревања на аеро загађење већ се захтеви проширују и на његов утицај на земљиште, воду, биосистем и тд. Сва ова ограничења и до сада предвидиви захтеви за квалитетом моторног бензина и дизел горива су технички и технолошки решиви али по коју цену и за које време? Неоспорно је да све рафинерије нафте у својој технолошкој шеми покушавају да реше проблем „будућег квалитета“ моторних горива. Са друге стране, увођење „новог квалитета“ није само жеља и еколошки проблем већ и реална потреба повезана са потребама и могућностима појединих земаља.

Око 15 % укупне количине бензина у свету садржи олово. У скорој будућности се предвиђа потпуни престанак коришћења адитива на бази олова. Строжији прописи о садржају сумпора у горива се усвајају у земљама ЕУ, Северној Америци, Јапану, Јужној Кореји и тд. Максималан садржај бензена (5% vol. или ниже) је уопштено регулисан или договорен. Тежња је да се оствари 1% или чак и нижи садржај. Саджај аромата и олефина је још увек слабо регулисан осим у ЕУ, Северној Америци, Јапану, Мексику, Јужној Кореји и тд.

У годинама које долазе очекује се да ће се, у одосу на бензин, повећати потражња за дизелом са ниским садржајем сумпора. Приметни су високи садржаји сумпора у дизелу у свету, све до 2008 год. а и после тога. Већина земаља се усредсредила само на ограничавање садржаја сумпора.

7.1. Стандарди за моторне бензине

Формулација горива и мазива утиче на економичност и све друге карактеристике возила. Узајамно стимулисање развоја даје у целини најекономичнија решења за будућност. Зато се све перспективне теме у транспорту, моторској и нафтној индустрији морају решавати симултаним инжењерским методама.

Степен задовољења возила понуђеним квалитетима горива зависи од састава возног парка, туристичких специфичности и међународних токова кроз сваку земљу. То је једна страна медаље. Друга су производни асортимани и квалитети рафинеријских производа. По светским критеријумима октанске вредности бензина су ствар договора купац – продавац јер стандарди прописују само минималне квалитета.

7.1.1. Српски стандарди за моторне бензине

Српски стандарди за моторне бензине дати су „Правилником о техничким и другим захтевима за течна горива нафтног порекла“, Сл.гласник РС бр. 64/11, (Прилог 1). Овим правилником прописују се технички и други захтеви које морају да испуњавају течна горива нафтног порекла која се користе као горива за моторе сус.

Течна горива, која нас интересују, класификована према српском стандарду SRPS ISO 8216-0, класа F, могу бити:

1. безоловни моторни бензин и
2. горива за дизел моторе

Безоловни моторни бензини у смислу овог правилника су:

1. EVRO BMB 98
2. EVRO PREMIJUM BMB 95
3. BMB 98
4. PREMIJUM BMB 95

Безоловни моторни бензин EVRO BMB 98 мора да задовољи све захтеве стандарда SRPS EN 228, осим за истраживачки октански број IOB који мора износити најмање 98,0 и моторски октански број MOB који мора износити најмање 88,0.

Безоловни моторни бензин EVRO PREMIJUM BMB 95, мора да задовољи захтеве стандарда SRPS EN 228.

Моторни бензин BMB 98 и PREMIJUM BMB 95, нису обојени и морају да задовоље захтеве стандарда SRPS EN 228, осим за густину, садржај олова, сумпора, бензена, аромата, олефина, IOB и MOB.

Граничне вредности за густину, садржај олова, сумпора, аромата, IOB, MOB за безоловне бензине су дате табелом 3.

Карактеристике	Јединице	Границе	
Густина на 15 °C, највише	kg/ m ³	780	до 31. децембра 2012
Садржај олова, највише	mg/L	13	до 31. децембра 2012
Садржај сумпора, највише	mg/kg	650	до 31. децембра 2012
Садржај бензена, највише	%(V/V)	5	до 31. децембра 2012
Садржај аромата, највише	%(V/V)	55	до 31. децембра 2012
Садржај олефина, највише	%(V/V)	22	до 31. децембра 2012
Истраживачки октански број, IOB за BMB 98, најмање		98	до 31. децембра 2012
Моторски октански број, MOB, за BMB 98, најмање		86	до 31. децембра 2012
Моторни октански број, MOB, за PREMIJUM BMB 98, најмање		83	до 31. децембра 2012

Табела 3: Карактеристике безоловних бензина по SRPS EN 228 [6]

Безоловни моторни бензин BMW 98 и PREMIUM BMW 95 на домаће тржиште стављају се само из домаће производње.

Октански квалитет горива. Октанска вредност је мерило отпорности горива према ненормалном сагоревању. Постоје две лабораторијске методе за одређивање октанског броја бензина: једном се одређује истраживачки октански број (IOB), а другом моторни октански број (MOB). Вредности за истраживачки октански број су веће од вредности за моторни октански број и разлика између ове две вредности се назива осетљивост бензина.

Возила су пројектована и калабрисана за одређену октанску вредност. Ако се користи моторни бензин са нижим ОБ од потребног, долази до „лупања“ у мотору што може да проузрокује његово озбиљно оштећење. Коришћење бензина са већим ОБ од потребног неће побољшати перформансе возила.

Садржај сумпора. Сумпор има неповољна дејства на укупну емисију и на век компоненти самог мотора. Сумпор има значајан утицај на емисију возила због смањења ефикасности катализатора. Смањење сумпора ће довести непосредно до смањења емисије на путу из возила која су опремљена каталитичким конверторима. Такође бензин са ниским садржајем сумпора је нужен за увођене нових тзв. технологија сиромашне смеше, којима се смањује потрошња горива за 15 – 20 %. Ове технологије су веома осетљиве на сумпор у гориву.

Садржај аромата. Аромати су једињења која садрже најмање један бензески прстен и представљају добре „октанске“ компоненте бензина и компоненте горива високе енергетске вредности. Садржај аромата у гориву може повећати талог у мотору (комори за сагоревање) и повећати емисију издувних гасова укључујући и угљендиоксид. Сагоревање аромата у моторима може да доведе до стварања већих концентрација канцерогеног бензена у издувном гасу. Тако на пр. смањењем укупних аромата са 45 % на 20 % доводи до смањења укупних штетних емисија од 24 %.

Садржај олефина. Олефини су незасићени угљоводоници (НС) и у много примера, због релативно високо октанске вредности, добре су компоненте за моторне бензине. Бензин добијен каталитичким крековањем је типичан пример олефинске компоненте МБ. Међутим олефини у бензину могу довести до стварања талога и повећане емисије реактивних НС (оних који генеришу озон). Олефини су термички нестабилни и могу довести до стварања смола и талога.

Садржај бензена. Бензен се природно јавља као саставни део нафте и такође као производ постројења каталитичког реформирања бензина на коме се производе високооктанске бензиске компоненте. Такође је познат као канцерогена материја. Контрола нивоа бензена у бензину, која је регулисана прописима у многим земљама, најдиректнији је начин да се ограничи емисије бензена преко испаравања или издувне емисије аутомобила.

Садржај оловних адитива. Адитиви на бази оловних алкила (ТЕО, ТМО) коришћени су или се још увек користе у неким земљама као јефтин начин за повећање октанског броја бензина. Нискооловни бензини са садежајем олова до 0,05 g/L прихваћени су на тржишту оловних бензина. Тако је, још увек, обезбеђена адекватна заштита мотора старијих возила.

Безоловни бензини су потребни ради подршке технологијама за контролу емисије као што су каталитички конвертори и сензори кисеоника. Како се ефикасност катализатора у каталитичким конвертерима увећава, толеранција на загађење оловом се смањује, тако да чак и незнатна контаминација катализатора са оловом може да уништи модеран конверторски систем обраде издувних гасова.

7.2. Стандарди за дизел горива

Утицај горива на економичност и токсичност дизел мотора је толико велики да они не могу задовољити емисије по стандардима EURO 3, 4 и 5 уколико горива не испуне одговарајуће захтеве. Удружење произвођача мотора ЕМА (енгл. ЕМА – Engine Manufacturers Assotiation) захтева да се код дизел горива ограниче количине аромата, сумпора, крај дестилације и минимални цетански број. Дакле, будућа дизел горива морају имати: висок цетански број, мали садржај аромата; низак садржај сумпора; адитиве за побољшање мазивости због система за убризгавање, за повећање цетанског броја и за смањење емисије.

7.2.1. Српски стандарди за дизел горива

Горива за дизел моторе, чији квалитет дефинише Правилник о техничким и другим захтевима за течна горива нафтног порекла су:

1. EVRO DIZEL,
2. DIZEL D2,
3. DIZEL D2S,
4. DIZEL D1E.

Горива за дизел моторе која у називу носе префикс EVRO морају да задовоље све захтеве стандарда SRPS EN 590 – Горива за моторна возила, Дизел гориво.

Дизел горива морају да испуне следеће карактеристике:

Карактеристика	Јединица мере	Граничне вредности					
		Класа А	Класа В	Класа С	Класа D	Класа Е	Класа F
CFPP max	°C	+5	0	-5	-10	-15	-20

Табела 4: Захтеви који се односе на климатске услове и методе испитивања [3]

Напомена:

1. класа A – за период од 01. Јула – 15. Августа
2. класа B – за период од 16. Априла – 30. Јуна и од 16. Августа – 15. Октобра
3. класа C – за период од 16. Марта – 15. Априла и од 16. Октобра – 15. Новембра
4. класа D/E – за период од 16. Новембра – 15. Марта (класа E се испоручује на захтев купца)
5. класа F – целе године

Карактеристике	Границе	Јединице	Дизел			Метод испитивања
			D1E	D2	D2S	
Цетански индекс	min		45			SRPS ISO 4264 / ASTM D4737
Густина на 15 °C	max	kg/m³	860			EN ISO 3675 / ASTM D 4052
Садржај сумпора	max	mg/kg	5000	10000	2000	SRPR ISO 8754
Тачка паљења	min	°C	55			SRPS EN ISO 2719
Угљенични остатак (на 10% остатка дестилације)	max	% m/m	0.30			SRPS ISO 10370
Садржај пепела	max	% m/m	0.01			SRPS ISO 6245
Садржај воде	max	mg/kg	700			SRPS ISO 12937/ISO 6296
Корозија бакарне траке (3h на 50°C)		оцена	Класа 1			SRPS ISO 2160
Вискозност на 20 °C	min/max	mm²/s	1.00 / 6.50		2.00 / 9.00	EN ISO 3104/ASTM D 445
95% (V/V) предестилисаног на	max	°C	375			SRPS EN ISO 3405
Тачка течења(CFPP)		°C	Класа E		Класа A,B,C,D	EN 116
Изглед			Бистра, прозрачна течност без механичких нечистоћа			визуелно

Табела 5: Карактеристике дизел горива по SRPS EN 590 (2010. год.) [3]

Карактеристике	Границе	Јединице	Дизел			Метод испитивања
			EURO	EURO F	EKO 3	
Цетански број	min		51.0			EN ISO 5165
Цетански индекс	min		46			EN ISO 4264
Густина на 15 °C	min/max	kg/m ³	820 / 845			EN ISO 3675 / EN ISO 12185
Полициклични ароматски угљоводоници	max	% m/m	11			EN 12916
Садржај сумпора	max	mg/kg	50		350	ASTM D 5453 / ISO 20847 ISO 8754
Тачка паљења	min >	°C	55			EN ISO 2719
Угљенични остатак (на 10% остатка дестилације)	max	% m/m	0.30			EN ISO 10370
Садржај пепела	max	% m/m	0.01			EN ISO 6245
Садржај воде	max	mg/kg	200			EN ISO 12937

Табела 6: Карактеристике EVRO DIZEL горива по SRPS EN 590 (2010. год.) [3]

Карактеристике	Границе	Јединице мере	Дизел			Метод испитивања
			EURO	EURO F	EKO 3	
Укупне нечистоће	max	mg/kg	24			EN 12662
Корозија бакарне траке (3h/50°C)		rating	Klasa 1			EN ISO 2160
Oksidaciona stabilnost	max	g/m ³	25			EN ISO 12205
Мазивост HFRR (WSD 1,4) на 60°C	max	μ m	460			ISO 12156-1
Вискозност на 40°C min/max		mm ² /s	2.0 / 4.5			EN ISO 3104
%(V/V) продестилисаног на 250°C	max	% v/v	< 65			EN ISO 3405
%(V/V) продестилисаног на 350°C	min	% v/v	85			EN ISO 3405
95% (V/V) продестилисаног на	max	°C	360			EN ISO 3405
Садржај метилестра масне киселине MEMK	max	%(V/V)	5			EN 14078
Тачка филтрабилности (CFPP) SRPS EN 590		°C	Класа A, B, C, D	Класа F	Класа A, B, C, D	EN 116

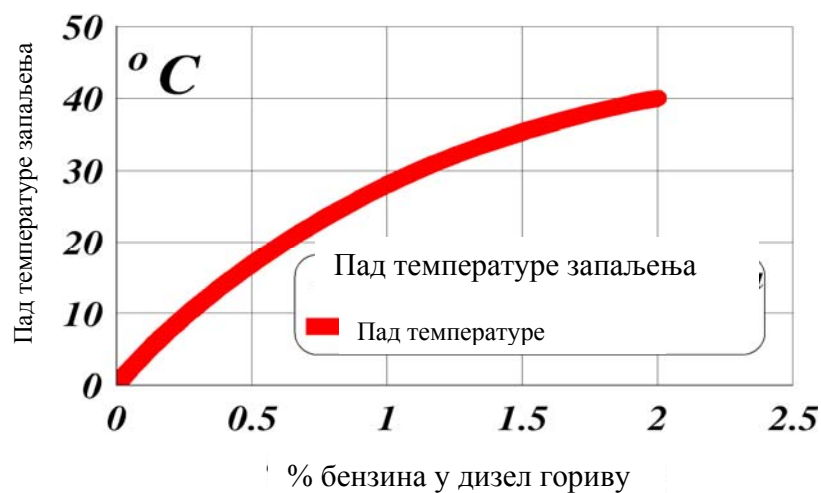
Табела 7: Карактеристике EVRO DIZEL горива по SRPS EN 590 (2010. год.) [3]

Густина је код нафтних дизел горива пропорционална са вискозношћу. Пошто се количина убризганог горива одмерава запремински она је линеарна функција густине и вискозности горива. Како су снага и момент сразмерни са тим вредностима, то се стандардима морају прописати њихове границе. Системи за убризгавање убацују исту запремину горива. Ако је његова густина већа онда, уз довољно ваздуха и потпуно сагоревање, добијемо већу снагу. На пуној снази гориво веће густине је близу границе дима па расте емисије честица. Са падом густине расте специфична потрошња горива. Еколошки прописи налажу сужавање граница за густину.

Самоупаљење (цетански број и цетански индекс) је мера коју карактерише време од момента убризгавања горива, под високим притиском у врућ и сабијен ваздух у цилиндру, до његовог самоупаљења. Тај период притајеног сагоревања зависи од конструкције мотора, услова рада и великој мери од особина горива.

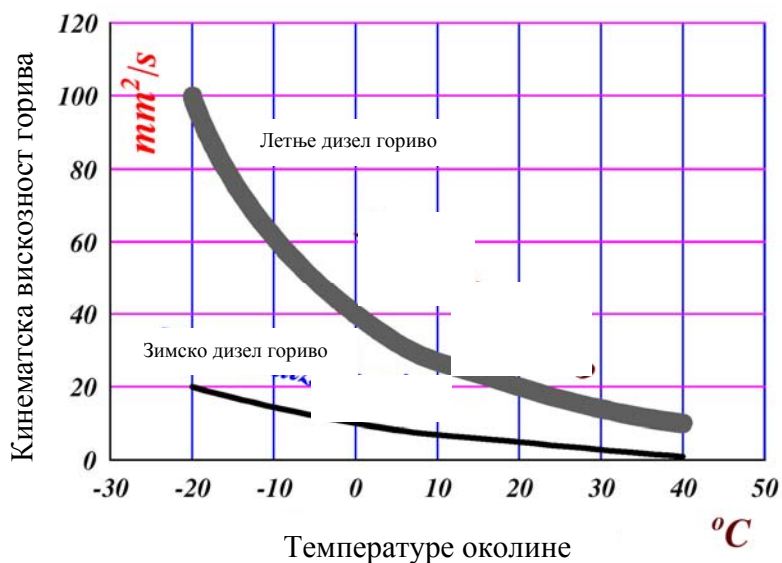
Температура запаљења је доња граница при којој се може страним извором да изазове паљење горива у затвореном суду. Та је граница важна за складишта и безбедност возила. Чак и мале количине бензина ову вредност преполове, слика 24. Не треба заборавити да се у прелазном периоду (рана зима и касно пролеће) обично

препоручује возачима да у летње дизел гориво додају мањи проценат бензина ради лакшег старта при ниским температурама.



Слика 24: Промена температуре запаљења са % бензина у дизел гориву [1]

Вискозност је са једне старне сразмерна са густином, а са друге врло блиска са мазивошћу дизел горива. Гориво велике вискозности се тешко убризгава, доводи до пораста притиска у систему убризгавања, даје веће капљице и бројне неповољне последице, слика 25.



Слика 25: Вискозност дизел горива [1]

Филтрабилност је једна од мера за течљивост дизел горива на ниским температурама. Најчешће се помињу температуре:

1. CFPP – Cold Filter Plugging Point – доња граница при којој је филтар за гориво проточан, и
2. CP – Cloud Point – граница замућења или почетак стварања парафинских кристала

Вода је у принципу забрањена јер лако мрзне, али је последица кондезације при дужем складиштењу и некоректној манипулацији.

Корозија дизел горива је обично последица сумпора и несагласности материјала, еластомера и адитива.

Сумпор је природна компонента у нафти врло важна за мазива својства дизел горива али и крајње неповољног еколошког и корозивног дејства. Дизел гориво са много сумпора сагорева са пуно честица и полицикличних ароматских угљоводоника, у издувним гасовима, који су канцерогени стимуланси опасни за сва жива бића.

7.2.2. ЕУ – стандарди за дизел горива

У Европи постоје бројне организације и радна тела која се баве мулти – дисциплинарним путевима испуњења глобалних циљева. Прве ЕУ норме за моторна горива су уведене 1993. год. Нове формулације дизел горива се називају „нискосумпорна дизел горива“. У табели 8. су прописи ЕУ из 2009. године.

EN 590:2009					
Карактеристике		Дим.,	EN 590	Утицаји на понашање	Методе
Густина на 15 °C		kg/m³	820÷845	Снага, потрошња, екологија	EN ISO 3675 i 12185
Цетански број		CB	min. 51	Самоупаљење, стартност, емисија	EN ISO 5165
Цетански индекс		CI	min. 46		EN ISO 4264
Дест ила- ција	Почетак	°C	-	Ненормално сагоревање, емисија, бука	EN ISO 3405
	До 250 °C	% V/V	max <65	Емисија, дим, честице присуство сумпора и аромата	
	До 350 °C	% V/V	min. 85		
	Крај , 95 %	°C	max.360		
Вискозност, 40 °C		mm²/s	2-4.5	Проточност, подмазивање	EN ISO 3104
Запалљивост		°C	min 55	Безбедност од пожара	EN ISO 2719
РАН		% m/m	Max 11	Канцерогени стимуланти	EN ISO 12916
Садржај сумпора		ppm	10	Емисија, корозија	EN ISO 20846 EN ISO 20847 EN ISO 20884
Корозија , Су трака		оцена	класа 1	(3 h на 50 °C)	EN ISO 2160
Коксни остатак		% m/m	0.3 max	Угљенични остатак (на 10% остатка дестилације)	EN ISO 10370
Пепео		% m/m	0.01 max		EN ISO 6245
Вода у гориву		mg/kg	200 max	Корозија, тешкоће у раду	EN ISO 12937
Укупне нечистоће		mg/kg	max. 24		EN 12662
Окс. Стабилност		g/m³	max.25		EN ISO 12205
мазивост, WSD-кразер 1.4, 60°C		mikron a	max. 460	Истрошење елемената пумпе високог притиска	ISO 12156-1
Садржај MEMK		% V/V	max. 5		EN 1407

Табела 8: ЕУ прописи за дизел горива, 2009. година [10]

Метил естар масне киселине (MEMK). Дизел гориво може да садржи до 5 % (v/v) MEMK према EN 14214. MEMK, ако су присутни у дизел горивима, утичу на пораст вредности полицикличних ароматских угљоводоника. За потребе овог европског стандарда полициклични ароматски угљоводоници се одређују као

укупни садржај ароматских угљоводоника умањен за садржај момоароматских угљоводоника, и једних и других одређених према EN 12916.

По европском стандарду EN 590:2004 захтева се да свака земља на националном нивоу утврди класе дизел горива у зависности од климатских услова. Цетански бројеви за арктичке класе су нижи јер одражавају односе између лакоће паљења и ниже густине тих горива, табела 9.

Арктички услови	Диме нзије	Климатска подручја					Методe
		Класа 0	Класа 1	Класа 2	Класа 3	Клас а 4	
CFPP, max	° C	- 20	- 26	- 32	- 38	- 44	EN 116
Замућење , CP		- 10	- 16	- 22	- 28	- 34	EN 23015
Вискозност , 40°C	mm ² /s	1.5 ÷ 4			1.4÷4	1.2÷4	EN 3104
Густина на 15 °C	kg/m ³	800÷845		800-840		ISO3675 i 12185	
Цетански број	min	49		48	47		ISO 5165
Цетански индекс	min	46			43		ISO 4264
Дест. до 180 °C	max	10 % V/V					EN ISO 3405
Дест. до 340 °C	min	95 % V/V					
	Умерене климатске зоне						
	A	B	C	D	E	F	
CFPP, °C max	+5	0	-5	-10	-15	-20	EN 116
Србија	I.VII-15.VI II	16.IV-30.VI i 16.VIII -15.X	16.III-15.IV i 16.X-15.XI	16.XI-15.III			

Табела 9: ЕУ подела дизел горива према климатским подручјима [1]

Адитиви. Да би се побољшале перформансе, дозвољена је употреба адитива. Препоручује се, у одговарајућој количини, употреба подесних адитива без познатих неповољних ефеката, да би се избегли погоршање возивости и да би се продужило време контроле емисије. Могу се користити и друга техничка средства са еквивалентним ефектом.

Годинама су произвођачи моторних возила и опреме дизел мотора радили на оптимирању радних процеса. Потом су их законодавци навел и да за све врсте дизел мотора у возилима пропишу и примене такозвана „чиста горива“. Задатак тих горива је, не само да смањи емисију непожељних комонената са издувним гасовима из дизел мотора већ и да подигну њихову изворно високу економичност.

8.2.1. Међународни стандарди за дизел горива

Новим пројектним задацима се тражи од конструктора да врате поверење у пољуљани углед дизел мотора у путничким возилима. Високе еколошке и економичне изворне одлике дизел мотора у возилима отварају врата даљем опстанку ових мотора у возилима под условим да остваре:

1. врло ниску потрошњу горива,
2. потпуно задовољење еколошких норми,
3. мек и равномеран рад мотора прихватљиве бучности,
4. минималне вибрације мотора при свим режимима рада и тд.

Договорене су четири категорије дизел горива, табела 10., јер то пружа следеће предности:

1. редукује се утицај возног парка на укупно еколошко оптерећење околине уз одржавање пројектованих перформанси,
2. минимизира се спектар захтева према горивима сагласно различитим еколошким прописима што уједно даје ниже инвестиционе и експлоатационе трошкове.

Дизел горива категорије 1 су за тржишта са најблажим еколошким захтевима и са класичним возним парком.

Дизел горива категорије 2 су за тржишта са строгим прописима као што су у ЕУРО 2, ЕУРО 3 и остала са еквивалентним нормама.

Дизел горива категорије 3 су за тржишта са најригорознијим захтевима.

Дизел горива категорије 4, табела 11., имају садржај сумпора до 10 ppm сагласно технологијама. То су дизел горива за пробне полигоне, будуће прописе и нове технологије у нафтној и аутомобилској индустрији до и иза 2010/12. године.

Карактеристике	Димензије	Категорија 1		Категорија 2		Категорије 3	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Цетански број	CB	48 (43)		53 (48)		53 (50)	
Цетански индекс	CI	45 (41)		50 (45)		53 (50)	
Густина , 15 °C	kg/m ³	820 (800)	860	820 (800)	850	820 (800)	840
Вискозност ,40°C	mm ² /s	2.0(1.5 i 1.3)	4.5	2.0 (1.5)	4.0	2.0 (1.5)	4.0
Сад.сумпора	ppt		3000		300		10
Укупно аромата	% m.				25		20
Полиаромата (2+,3+)	% m.				5		3.0
T 90	° C				340		320
T 95			370		355		340
Крај дестилације					365		350
Темп.запаљења	°C min	55 (38 ° C)		55			
Коксни остатак	% m.		0.30		0.30		0.20
CFPP или LTFT или CP (Cloud Point): максимална вредност мора бити једнака или нижа од амбијеталне температуре. Разлика између CFPP и CP једнака или мања од 10 °C.							
Присуство воде,max	mg/kg		500		200		200
Етанол /метанол	% v/v		Не може да се детектује				
Оксид.стабилност	g/m ³		max. 25				
Појава пене	Мl	max. 100					
Постојаност пене	S	max. 15					
корозија (бакар)	оцена	Класа 1					
Садржај пепела	% m	0.01					
Изглед	Чисто и прозирно гориво						
Мазивост (HFRR кратер у микронима на 60 °C) 400 (CEC F-06-A)							
Биолошки материјали „Нула“							
Биљни естри, % m, само ако су дозвољени локалним стандардима и то до 5% по DIN V51606							
Тотални киселински број, mg KOH/ g max. 0.08							
Корозионе перформансе на гвожђе: блага појава или без појаве							
Честице , mg/l max. 10							
Ћистоћа бризгача, % губитак протока у тесту са ваздухом max. 85 CEC (PF-023) ТВА							
Ћистоћа бризгача I, просечни депозити на бризгачу (Cummins L10 IDT) 10.0							
Ћистоћа бризгача II, просечни пад протока, (Cummins L 10 IDT) % 5.0							

Табела 10: Међународне категорије за дизел горива [1]

Карактеристике	Димензије	Категорије 4	
		Min.	Max.
Цетански број	CB	55.0	
Цетански индекс	CI	55 (52)	
Густина, 15 °C	kg/m ³	820	840
Вискозност ,40°C	mm ² /s	2.0	4.0
Садржај сумпора	ppm		10
Садржај метала(Zn,CU,Mn,CA,Na и др)	g/l	Не може ни да се детектује	
Укупно аромата	% mm		15
Полиаромата (2+,3+)	% mm		2.0
T 90	° C		320
T 95			340
Крај дестилације			350
Темп.запаљења	°C min	55	

Присуство воде,мах	mg/kg		200
Оксидациона стабилност, метод I	g/ m ³		25
Оксидациона стабилност, метод II	Индукциони период		
Етанол / Метанол	% v/v	Не може ни да се детектује	
МЕМК присуство (FAME)	% v/v	Не може ни да се детектује	
Тотални киселински број	mg KOH/g		0.08
Појава пене	ml		мах. 100
Постојаност пене	sec		мах. 15
Корозија (бакар)	Оцена	Класа 1	
Корозионе перформансе на гвожђе		Умерена појава или без појаве	
Садржај pepела	% m/m	0.001 ⁽¹⁰⁾	
Загађење честицама, укупно	mg/l		10 ⁽¹¹⁾
Загађење честицама, дистрибуција по дим.	Кодови	18/16/13 премаISO 4406	

Табела 11: Међународна категорија 4 за дизел горива [1]

Цетански квалитети. Цетански број горива је важан за успешан старт, емисију и буку мотора. Пораст цетанског броја са 50 на 58 скраћује прву фазу сагоревања за 40 %.

Аромати. Ако ароматима називамо све гориве молекуле који имају бар један бензески прстен онда сви они подстичу интензиван ток сагоревања који у продуктима има пуно честица и PАН компонената. Аромати сагоревају са високим температурама па је зато и емисија NO_x већа. Редукцију укупних аромата са 30 % на 10 % прати смањење емисије NO_x за 5 %.

Ток дестилације. Почетак дестилације је важан за лак старт и самоуапљивост горива. Треба признати да дизел мотори имају изразито лошију возивост од ото мотора и један од задатака формулације горива и добре регулације

турбо група је баш у томе да коригују тај недостатак возивости. Завршни део и крај дестилације, T90 и T95, су битни за емисију и количину честица у издувним гасовима. Највеће разлике међу дизел горивима су по завршном делу криве дестилације. Од њега зависи појава црних талоба, чађи, дима и честица. Када се T95 коригује од 375 °C до 320 °C увек се добију ниже емисије честица.

Пена. Појава пене дизел горива спада у категорију „време је новац“ па се решава мултифункционалним пакетом адитива. Мери се време нестанка пене после интензивног бућкања, којим се опонаша брзо пуњење резервоара на пумпи.

Чистоћа бризгача. За разлику од коморних мотора савремени дизел мотори са директним убризгавањем имају већи број врло малих отвора на врху бризгача. Тај његов део зовемо млазница, а она је у комори изложена цикличним термичким и механичким напрезањима. Слично осталим резонима и овде су делимична оптерећења и празни ходови јако захтевни. На отворима бризгача увек заостаје нека количина течност горива коју пламени језици спрже. Нагомилани чврсти остатак сагоревања временом запушава бризгач и смањује његову функционалност. Детергентни адитиви у гориву имају задатак да „очувају чистоћу“ бризгача јер се тиме гарантује век и трајност врхунских перформанси.

Мазивост. Тешки угљоводоници и поларне компоненте у гориву су носиоци мазивих својстава. Пумпе високог притиска рачунају на мазива својства дизел горива. Рефолмулисана дизел горива током прераде у рафинеријама губе природна својства мазивости. Како се смањује присуство сумпора у гориву тако се повећава ризик од умањења мазивости. Недовољна мазивост се исказује прекомерним изношењем пумпи високог притиска и ремећењем њених функција.

7.3. Стандарди за течни нафтни гас – ТНГ

Течни нафтни гас је јако испарљива угљоводонична течност која се уобичајено складишти под притиском. Уколико се ослободи притиска, ствара се велика запремина гаса која образује запаљиве смеше са ваздухом у опсегу запреминског удела од приближно 2 % до 10 %. Српски стандард SRPS EN 589:2002, који је идентичан са европским стандардом EN 589:2002, обухвата узимање узорака, руковање и испитивање ТНГ. Сви поступци треба да се изводе даље од извора варнице као што је отворени пламен, незаштићена електрична опрема и електростатичке опасности. Испитивања треба да се врше колико је то изводљиво, само испод електрично безбедносне коморе са вентилацијом.

ТНГ у течност фази може изазвати оштећења коже. Зато се у случајевима када постоји опасност од контакта са кожом мора користити заштитна одећа, рукавице и наочари. Непотребно удисање ТНГ паре треба избегавати. Извршилац не треба да буде изложен атмосфери која садржи више од 1800 mg/m³ дуже од 8 h просечно мереног времена или више од 2250 mg/m³ дуже од краткотрајног десетоминутног референтног периода.

Претходно наведеним стандардом се утврђују захтеви и методе испитивања за ТНГ (течни нафтни гас) за тржиште и испоруку. Примењује се на ТНГ који се употребљава у возилима са моторима који су пројектовани да раде на ТНГ.

7.3.1. Захтеви и методе испитивања

Када се испитује према методама датим у табели 12, ТНГ као гориво за моторна возила мора бити у сагласности са граничним вредностима датим у тој табели. За најмањи напон паре, дате су четири класе, А, В, С, D, да би се омогућило да на националном нивоу буду дате сезонске границе за зимски период. Свака земља мора у Националном прилогу овог европског стандарда (EN 589:2002) да одреди коју (зимску) класу (класе) усваја и мора навести интервал датума у коме се примењује свака класа. За летњи период се не утврђује граница најмањег напона паре.

Садржај воде. Течни нафтни гасови за моторна возила не смеју да садрже слободну воду на 0 °C нити на напону засићене паре при визуелној контроли.

Мирис. Мирис гаса мора бити карактеристичан, тј. особен и непријатан и погодан за откривање при концентрацији у ваздуху од 20 % од доње границе запаљивости.

Густина. Када се захтева одређивање густине, препоручују се EN ISO 3993 или EN ISO 8973.

Прецизност и неслагање. Све методе испитивања наведене у овом европском стандарду обухватају изјаву о прецизности. У случајевима неслагања морају се користити поступци описани у EN ISO 4259:1995 за решавање неслагања и тумачења резултата базираних на прецизности методе испитивања.

У случају неслагања која се односе на укупан садржај сумпора, мора се користити EN 24260. У случају неслагања која се односе на напон паре, мора се користити EN ISO 4256.

Својство	Јединица	Граничне вредности, најмање / највише	Метода испитивања
Моторни октански број, МОВ		89,0	
Укупан садржај диена	% mol	0,5	EN 27941
Водоник-сулфид		Негативан	EN ISO 8819
Укупни садржај сумпора	mg/kg	100	EN 24260 ASTM D 3246-96
Корозија бакарне траке (1 h на 40 °C)	оцена	Класа 1	EN ISO 6251
Остатак после испаравања	mg/kg	100	EN ISO 13757
Напон паре, манометар, на 40 °C	kPa	1550	EN ISO 4256 EN ISO 8973
Напон паре, манометар, најмање 150 kPa на температури од: -за класу А -за класу В -за класу С -за класу D	°C	-10 -5 0 +10	EN ISO 8973
Садржај воде		Без слободне воде на 0 °C	
Садржај метанола	mg/kg	2000	ISO 8174
Мирис		Непријатан и особен на 20 % од LEL ¹	

Табела 12: Захтеви и методе испитивања ТНГ-а [14]

¹ LEL: доња граница запаљивости експлозивног састава смеше

7.3.2. Метода за израчунавање моторног октанског броја на основу анализе ТНГ-а

Састав узорка ТНГ се одређује хроматографском анализом гаса. Моторни октански број узорка се израчунава на основу парцијалних моторних октанских фактора састојака и њихових концентрација одређених анализом. Одреди се концентрација сваког састојка присутног у концентрацији већој од 0,1 mol % у узорку гаса, помоћу методе EN 27941. За сваку компоненту у смеси гасова израчуна се парцијални моторни октански број на следећи начин:

$$\text{Парцијални октански број} = M * C$$

где је: M – фактор за моторни октански број специфичне компоненте, табела 13.

C – молски удео сваке компоненте у смеси.

Компоненте у смеси	Фактор моторног октанског броја		
	Моларни	масени	запремински
Пропан	95,4	95,9	95,6
Пропен	83,9	82,8	83,1
Бутан	89,0	88,9	88,9
Изобутан	97,2	97,1	97,1
Бутени	75,8	76,8	75,7

Табела 13: Фактори за одређивање моторног октанског броја ТНГ [14]

7.3.3. Сезонске границе за напон паре на 40 °C

Класа	Најмање kPa	Еквивалентно са 150 kPa на (°C)
A	1050	-10
B	900	-5
C	800	0
D	600	+10

Табела 14: Сезонске границе за напон паре (мерен манометром) на 40 °C [14]

Ови напони паре се израчунавају са EN ISO 8973 и могу се користити само за сврхе рутинске интерне контроле квалитета примењујући EN ISO 4256.

8. УТИЦАЈ ПРИМЕНЕ ПОГОНСКОГ ГОРИВА НА ЕКСПЛОАТАЦИОНО ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОЗИЛА

На експлоатационо техничке карактеристике возила велики утицај има погонско гориво, које се може разликовати по врсти, по квалитету, зависно од врсте погонског система који се користи на моторном возилу. Највише примењивана погонска горива су бензин и дизел гориво. И једно и друго гориво имају својих предности и мана које утичу на понашање возила у експлоатацији. Приликом експлоатације возила најбоље је користити оно гориво које је произвођач прописао.

Возило које у раду користи бензин веће октанске вредности, може по потреби да користи бензин ниже октанске вредности али ће се у току експлоатације јавити одређене неисправности у раду погонског система. Уколико се уместо бензина веће октанске вредности користи бензин ниже октанске вредности може доћи до појаве мањег или већег степена детонантног сагоревања као и до самопаљења смеше, због тога што нижем октанском броја одговара и већа склоност ка самопаљењу. Детонација је појава непожељног вида сагоревања у ото мотору. Слабија детонација се чује као звецкање вентилског система, нарочито ако је возило изложено већем оптерећењу (вожња на успону или под већим гасом). У току експлоатације возила појава детонације је најопаснија приликом вожње на „пуном гасу“. Тада се јавља јачаи дуготрајнија детонација и може доћи до лома клипних прстенова, прогоревања чела клипа и др. У вожњи са детонацијом, осим што се због пораста притиска делови мотора ударно оптерећују, јављају се и велики топлотни губици а са њима и велика термичка оптерећења мотора. Мотор почиње да се прегрева и расипа велике количине енергије, која би се приликом нормалног рада у експлоатацији возила претворила у користан рад. Због тога се приликом детонације троши више горива у сваком радном режиму него што је потребно при нормалном раду. Отпорност према детонантном сагоревању није иста код свих горива. Зато је уведен појам октанског броја горива, који је посебно битан за горива ото мотора. Већем октанском броју одговара већа отпорност према детонацији. Произвођачи моторних возила и мотора тачно прецизирају потребну вредност октанског броја за ото моторе, чега се у експлоатацији возила треба придржавати.

Ако се мора користити гориво ниже октанске вредности препоручује се да то одступање не буде велико. У вожњи треба бирати режиме мањег оптерећења, возити на „пола гаса“, а успоне савлађивати у нижим степенима преноса. Приликом вожње треба избегавати убрзавање возила у високим степенима преноса јер су тада висока и оптерећења. На основу претходно реченог, вожња са горивом ниже октанске вредности је увек штетна, како по мотор, тако и са аспекта потрошње горива. Замена бензина ниже октанске вредности бензином више октанске вредности, не доноси никакве опасности нити штете.

Када су у питању мотори који раде на оловни „супер“ (ОБ 98), најнеповољније је сипати им оловни „премијум“ (ОБ 86), док је ситуација знатно боља ако се употреби безоловни „супер“ (ОБ 95). Употреба оловних бензина за погом мотора

који раде на безоловни довшће до квара каталитичких конвертора, који се потом морају заменити. Катализатор је супстанца која повећава или умањује брзину хемијске реакције између супстанци. Без тога она се директно троши у том хемијском процесу. Катализатор, који смањује емисију издувних гасова у мотору, се користи у каталитичком конвертору. Каталитички конвертор је уређај који се налази у оквиру издувног система возила, који смањује емисију издувних гасова мотора. Конвертори се налазе близу ауспуха због максималне ефикасности.

Када се ради о возилима која користе дизел гориво, треба рећи да је у зимском периоду, ради спречавања згњушавања на ниским температурама, дозвољено додати 10 запреминских процената бензина у дизел гориво. Свако додавање већих количина бензина у дизел горива може проузроковати штете. Оно што је код дизел мотора опасно ако се помеша бензин са дизелом, је пропадање пумпе високог притиска, која се подмазује дизел горивом. Бензин има слаба својства подмазивања, па би његова употреба код дизел мотора довела до потпуног отказа пумпе за убризгавање, чак и када би мотор могао да ради. Замена разних врста дизел горива (D1 и D2) могућа је без већих проблема. Квалитет дизел горива се сагледава преко цетанског броја који представља склоност дизел горива ка самопаљењу. Такође је битан и за успешан старт мотора, буку мотора и емисију из возила. Дизел мотор који ради са горивом претерано великог цетанског броја (преко 60) дими.

Приликом експлоатације возила дешава се још један, не тако редак случај, који битно може да утиче на експлоатационо техничке карактеристике возила. Наиме, догађа се да се приликом досипања горива у резервоар грешком доспе погрешно гориво – бензин у резервоар са дизел горивом и обрнуто, било грешком самог возача, било грешком радника на пумпи. Уколико се примети тако нешто мотор не треба покретати већ резервоар испразнити и очистити, или на пумпи или га одшлепати до најближег сервиса. Уколико се пак настави са вожњом, може доћи до озбиљних проблема у даљем раду мотора. Највероватније је да ће возило убрзо стати. Проблем се може сагледати са аспекта потпуно другачијег сагоревања бензина и дизел горива. Дизел мотори су направљени тако да се код њих смеша горива и ваздуха самостално запали, чему доприноси већи компресије код дизел мотора који ствара неопходне услове (висока температура и притисак у моменту убризгавања горива). Само дизел гориво је формулисано тако да има одлична својства самопаљења, која се огледа преко високог цетанског броја. Бензин, је са друге стране, отпоран на samozапалење што му обезбеђује висок октански број. Ово представља главни проблем код мешања бензина и дизел горива и обрнуто. Када се возилу које троши дизел гориво доспе бензин, мотор се или неће упалити или ће се упалити али у погрешном тренутку. У дизел мотору бензин се може упалити услед дејства грејача, али ће тада експлозивно да сагорева. Сам мотор ће радити неко време, али ће грејач да се оштети, уз стварање јакох детонација. Иако је дизел мотор конструисан од материјала који могу да подносе велика оптерећења, ефекти услед јаких таласа притисака услед неконтролисаног сагоревања могу лако да их оштете.

Код дизел мотора најновије генерације, било која количина бензина ће најпре оштетити осетљиве компоненте накнадног третмана издувних гасова (оксидационе катализаторе, систем селективне каталитичке редукције), као и деловепумпе за гориво. Слично се може очекивати и у обрнутом случају, тј. ако сипамо дизел гориво уместо бензина. Тада се јавља смањење октанског броја смеше а тиме се повећава могућност појаве детонантног сагоревања, што доводи до оштећења на мотору, губитка снаге, повећане емисије и потрошње горива.

Из овога закључујемо да се треба водити рачуна приликом сипања горива, јер уколико се доспе погрешно гориво, последице које се могу јавити у току експлоатације возила могу бити погубне по мотор и систем накнадног третмана издувних гасова.

9. ЗАКЉУЧАК

Погонска горива која се користе за погон моторних возила још увек нису нашла адекватну замену. Бензин и дизел гориво су и даље највише коришћена горива за погон возила. Иако се непрекидно ради на усавршавању погонских горива, захтеви за квалитет горива више се не задржавају само на утицају горива или продуката сагоревања на аеро загађење већ се све више обраћа пажња и на загађење и њихов утицај на земљиште, воду и биосистем и тд. Све се више тежи ка развоју што чистијих горива, и, иако има напретка у тој области још увек није развијено алтернативно гориво које би у потпуности заменило садашња фосилна горива нафтног порекла. Тежње за усавршавањем, у погледу моторног бензина, огледа се у томе да се у скоријој будућности престане са коришћењем адтива на бази олова. Код дизел горива, све строжији прописи који се усвајају у разним земљама, захтевају што мањи садржај сумпора, који у издувној емисији има веома штетан утицај на околину. Јасно је да обновљиви извори енергије не могу заменити конвекционалне изворе енергије. Али могу знатно смањити њихову потрошњу и коришћење. Када је реч о погонским агрегатима, од мотора се увек траже исте особине – жели се поуздана и економична машина, која има добру контролу емисије издувних гасова и која захтева што мање сервисирања и одржавања. Век трајања и поузданост мотора уско је повезан са врстом погонског горива које се примењује за његов погон. Добро и квалитетно гориво осигурава дужи век трајања сваког мотора. Проблеми код ото мотора су детонација и површинско паљење. Код дизел мотора ненормално сагоревање (дизел удари), дим, старт и покретање хладног мотора. Разлике у сировој емисији из мотора потичу од конструктивних концепција, а онда су пресудни погонски материјали: горива и мазива. Нове формулације уз каталитичке технологије гарантују минималне емисије из путничких и лаких возила. Примена неадекватног горива, по врсти и квалитету може довести до неких озбиљних кварова на погонском мотору у току његове експлоатације и погоршати његове техничке карактеристике: услед јаке детонације може доћи до лома клипних прстенова, прогоревања чела клипа, прегревање мотора, неадекватно гориво по врсти доводи до веће потрошње горива, долази до пропадања пумпе високог притиска уколико се дизел гориво замени бензином и тд.

Погонско гориво може често бити узрок неисправности возила у експлоатацији, а на нама је да даљим усавршавањем погонских система и погонских горива омогућимо њихову што већу поузданост и што боље карактеристике.

10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стеван Веиновић, Радивоје Пешић, Снежана Петковић: Погонски материјали моторних возила, Машински факултет Бањалука, Бањалука – Крагујевац, 2000.г.
- [2] Мирослав Марковић: Штедња горива и возила, Техничка књига Београд, 1994.г.
- [3] Ивана Генчић, Бранислав Радовановић: Постнафтна економија: Зашто, када и како?, Рафинерија нафте Панчево, Београд, 23.децембар 2010.г. (www.findthatfile.com).
- [4] Саво Богојевић, Павле Ј. Павловић: Тренд развоја квалитета моторних бензина и дизел горива у свету и код нас, НИС – Рафинерија нафте Панчево; НИС – Рафинерија нафте Нови Сад, Стручни рад, Нови Сад, 2001.г.
- [5] Радивоје Пешић: Мотори сус 1, Материјали са предавања, Машински факултет Крагујевац, школска 2006/07.
- [6] Службени гласник Р.Србије 64/11: Правилник о техничким и другим захтевима за течна горива нафтног порекла, 2011.г.
- [7] Сенад Вушатлић, Сенадин Плојовић: Економска оправданост примене зелене технологије у аутомобилској индустрији, Факултет за менаџмент и пословну економију, Београд; Државни универзитет у Новом Пазару, Нови Пазар.
- [8] Драгољуб Радоњић, Војин Ракић, Саша Спасојевић: Специфичности примене гасовитих горива за погон мотора сус, „ЗАСТАВА“, број 42, Крагујевац, децембар 2006.г.
- [9] www.motorna-vozila.com
- [10] Европски стандард EN 590:2009: Стандарди за дизел горива, 2009.г.
- [11] Драгољуб Р. Радоњић, Радивоје Б. Пешић: Топлотни прорачун мотора СУС, Машински факултет Крагујевац, 1996.г.
- [12] <http://www.automobilizam.net/>
- [13] <http://www.scribd.com/>

- [14] Српски стандард SRPS EN 589:2002: Горива за моторна возила – течни нафтни гас.
- [15] Саша Томашевић: Двотактни мотори у светлу ограничења која намећу законски прописи, Дипломски рад, Машински факултет Крагујевац, март 2005.г.

11. ПРИЛОЗИ

Прилог 1

На основу члана 6. став 1. Закона о техничким захтевима за производе и оцењивању
усаглашености ("Службени гласник РС", број 36/09),
Министар за инфраструктуру и енергетику доноси

ПРАВИЛНИК О ТЕХНИЧКИМ И ДРУГИМ ЗАХТЕВИМА ЗА ТЕЧНА ГОРИВА НАФТНОГ ПОРЕКЛА

(Сл. гласник РС бр. 64/11)

Основни текст на снази од 08/09/2011 , у примени од 08/09/2011

1. ОСНОВНЕ ОДРЕДБЕ

Члан 1.

Овим правилником прописују се технички и други захтеви које морају да испуњавају течна горива нафтног порекла која се користе као горива за моторе са унутрашњим сагоревањем и као енергетска горива која се стављају у промет на тржиште Републике Србије (у даљем тексту: течна горива), као и начин оцењивања усаглашености течних горива.

Члан 2.

Течна горива класификована према српском стандарду СРПС ИСО 8216-0, класа Ф, могу бити:

- 1) безоловни моторни бензини;
- 2) авионски бензини;
- 3) горива за млазне моторе;
- 4) горива за дизел моторе;
- 5) уља за ложење.

Члан 3.

(1) Безоловни моторни бензини у смислу овог правилника су:

- 1) ЕВРО БМБ 98;
- 2) ЕВРО ПРЕМИЈУМ БМБ 95;
- 3) БМБ 98;
- 4) ПРЕМИЈУМ БМБ 95.

(2) Изрази и појмови који се односе на безоловне бензине из става 1. овог члана утврђени су стандардом СРПС ЕН 228.

Члан 4.

Авионски бензини у смислу овог правилника су:

- 1) АВИОНСКИ БЕНЗИН АБ 80/87;
- 2) АВИОНСКИ БЕНЗИН АБ 100/130;
- 3) АВИОНСКИ БЕНЗИН АБ 100 ЛЛ.

Члан 5.

Горива за млазне моторе у смислу овог правилника су:

- 1) гориво за млазне моторе тип ГМ-1;
- 2) гориво за млазне моторе тип ЈЕТ А-1.

Члан 6.

(1) Горива за дизел моторе у смислу овог правилника су:

- 1) ЕВРО ДИЗЕЛ;
- 2) ДИЗЕЛ Д2;
- 3) ДИЗЕЛ Д2С;
- 4) ДИЗЕЛ Д1Е.

(2) Изрази и појмови који се односе на дизел гориво из става 1. тач. 1) овог члана утврђени су стандардом СРПС ЕН 590.

(3) Дизел горива из става 1. тач. 2) до 4) овог члана употребљавају се као погонска горива за дизел моторе малих и средњих снага са великим и средњим бројем обртаја.

Члан 7.

(1) Уља за ложење у смислу овог правилника су:

- 1) УЉЕ ЗА ЛОЖЕЊЕ ЕКСТРА ЛАКО ЕВРО ЕЛ;
- 2) УЉЕ ЗА ЛОЖЕЊЕ ЕКСТРА ЛАКО ЕЛ;
- 3) УЉЕ ЗА ЛОЖЕЊЕ СРЕДЊЕ ЕВРО С;
- 4) УЉЕ ЗА ЛОЖЕЊЕ СРЕДЊЕ С;
- 5) УЉЕ ЗА ЛОЖЕЊЕ НИСКО СУМПОРНО ГОРИВО - СПЕЦИЈАЛНО НСГ-С;
- 6) УЉЕ ЗА ЛОЖЕЊЕ ТЕШКО Т.

(2) Уља за ложење екстра лака из става 1. тач. 1) и 2) овог члана су дестилатна горива, која морају бити обојена постојаном бојом и морају да садрже индикатор, а намењена су за горионике са испаравањем, као и за све пламенике који раде са притиском, без могућности предгревања горива.

(3) Уља за ложење средња из става 1. тач. 3) и 4) овог члана су остатна горива која се користе као горива у индустрији, пољопривреди и за енергетске јединице, и то за оне системе где произвођач горионика захтева ово гориво. За транспорт, складиштење и примену ових горива потребно је предгревање.

(4) Уље за ложење ниско сумпорно гориво - специјално из става 1. тачке 5) овог члана је мешано остатно и дестилатно гориво, које се мора предгревати приликом транспорта, складиштења и употребе, а намењено је за потребе у металургији и за све индустријске погоне где се захтева низак садржај сумпора.

(5) Уље за ложење тешко из става 1. тачка 6) овог члана је остатно гориво које се користи као гориво за индустријске пећи и велике енергетске јединице. За транспорт, складиштење и примену овог горива потребно је предгревање.

2. ТЕХНИЧКИ И ДРУГИ ЗАХТЕВИ

Члан 8.

(1) Безоловни моторни бензин ЕВРО БМБ 98 мора да задовољи све захтеве стандарда СРПС ЕН 228, осим за истраживачки октански број РОН који мора износити најмање 98,0 и моторни октански број МОН који мора износити најмање 88,0.

(2) Безоловни моторни бензин ЕВРО ПРЕМИЈУМ БМБ 95, мора да задовољи све захтеве стандарда СРПС ЕН 228.

Члан 9.

(1) Безоловни моторни бензини БМБ 98 и ПРЕМИЈУМ БМБ 95, нису обојени и морају да задовоље све захтеве стандарда СРПС ЕН 228, осим за густину, садржај олова, сумпора, бензена, аромата, олефина, моторног октанског броја и истраживачког октанског броја.

(2) Граничне вредности за густину, садржај олова, сумпора, бензена, аромата, олефина, моторни октански број и истраживачки октанског броја за безоловне бензине из става 1. овог члана су:

Карактеристике	Јединице	Границе	
Густина на 15 °C, највише	kg/ m ³	780	до 31. децембра 2012
Садржај олова, највише	mg/L	13	до 31. децембра 2012
Садржај сумпора, највише	mg/kg	650	до 31. децембра 2012
Садржај бензена, највише	%(V/V)	5	до 31. децембра 2012
Садржај аромата, највише	%(V/V)	55	до 31. децембра 2012
Садржај олефина, највише	%(V/V)	22	до 31. децембра 2012
Истраживачки октански број, IOB за BMB 98, најмање		98	до 31. децембра 2012
Моторски октански број, МОВ, за BMB 98, најмање		86	до 31. децембра 2012
Моторни октански број, МОВ, за PREMIUM BMB 98, најмање		83	до 31. децембра 2012