

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Моторна возила и мотори

Предмет: Конструкција и прорачун мотора СУС

Број индекса: 352/2010

Александар П. Петровић

Ревизија и реконструкција мотора DMV 128 A6 у циљу повећања перформанси

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Александар Давинић - ментор

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

- детаљно прикаже стандардни поступак ревизије мотора DMB 128 A6.
- наведе техничке спецификације међународних и домаћих правилника у спортском аутомобилизму који се односе на реконструкцију мотора,
- прикаже и образложи поступак реконструкције основних делова, механизма и система мотора са циљем побољшања перформанси,
- изврши реконструкцију мотора DMB 128 A6. са циљем побољшања перформанси
- верификује побољшање перформанси реконструисаног мотора.

Препоручена литература:

[1] Заводи Црвена Застава, Сервисно упутство—Застава 101, Крагујевац ,1975.

[2] Спортски ауто и картинг савез Србије – правилници о ауто тркама на кружним и брдским стазама за 2012. годину

[3] Ћорић Д. „Застава YUGO KORAL 55-60-65“, Техничка књига, Београд 1997.година

Крагујевац, 10.03.2014.

ментор:

др Александар Давинић, доцент

Садржај:

1. Резиме	6
2. Подаци о мотору DMB 128 A6	7
3. Ревизија мотора.....	9
3.1 Блок мотора	9
3.1.1 Контрола и мерење пречника цилиндара	10
3.1.2 Контрола горње површине блока мотора.....	11
3.2 Коленасто вратило	12
3.2.1 Контрола и мерење рукаваца коленастог вратила.....	13
3.3 Клипни склоп	14
3.3.1 Клипови.....	14
3.3.1.1 Мере класа нових клипова	15
3.3.1.2 Контрола клипних прстенова.....	16
3.3.2 Клипњача	17
3.3.3 Осовиница клипа.....	18
3.3.4 Уградња клипног склопа.....	18
3.4 Глава цилиндара.....	19
3.4.1 Контрола главе цилиндара.....	20
3.4.2 Обрада седишта вентила	20
3.5 Разводни механизам	22
3.5.1 Брегасто вратило	23
3.5.2 Подешавање зазора вентила	24
3.5.2.1 Замена плочица вентила.....	24
3.5.3 Довођење разводног механизма у фазу	25
3.6 Систем за подмазивање мотора.....	28
3.6.1 Пумпа за уље	30
3.7 Моменти притезања	31
3.7.1 Момент притезања главе цилиндара.....	32
3.8 Мере делова и мере међу деловима мотора	33
4. Реконструкција мотора.....	36
4.1 Преглед правилника за форсиране ОТО моторе у оквиру ауто трка у Републици Србији.....	37
4.1.1 Анекс „Ј“ Међународног спортског правилника.....	37
4.1.1.1 Члан 254 – специфични прописи за серијска возила (група „N“)	37
4.1.1.2 Члан 255 - специфични прописи за туристичка возила (група „А“)	41
4.1.2 Анекс „А“ – Технички услови за возила у Шампионату Србије за 2012. годину.....	47
4.1.2.1 Ауто трке на кружним стазама	47
4.1.2.2 Ауто трке на брдским стазама	48
4.2 Главни моторни механизам	49
4.2.1 Клипњаче	49
4.2.1.1 Олакшавање клипњача	49
4.2.1.2 Полирање клипњача	51
4.2.1.3 Балансирање клипњача.....	52
4.2.2 Клипови.....	54
4.2.2.1 Реконструкција чела клипа	54
4.2.2.2 Изједначавање маса клипова	56
4.3 Глава цилиндара.....	57

4.3.1 Реконструкција уисних и издувних канала у глави цилиндра.....	58
4.3.1.1 Проток и брзина струјања кроз канале	59
4.3.1.2 Опструјавање флуида око вентила	60
4.3.1.3 Облик канала и њихова обрада.....	61
4.3.2 Реконструкција коморе за сагоревање.....	66
4.3.3 Реконструкција вентила	68
4.3.4 Опруге вентила.....	70
4.4 Брегастро вратило	72
4.4.1 Период трајања усисавања/издувавања, позиција брегастог вратила при максималном подизању и при СМТ	73
4.4.2 Преклапање фаза.....	74
4.4.3 Подизање вентила и облик профила брега брегастог вратила	75
4.5 Уисни и издувни колектор	77
4.6 Одређивање степена компресије	78
4.6.1 Запремина које се односи на испупчење/удубљење клипа у односу на раван цилиндра.....	78
4.6.2 Запремина отвора заптивача између главе и равни цилиндра.....	79
4.6.3 Запремина коморе за сагоревање у глави цилиндра.....	79
4.6.4 Израчунавање степена компресије.....	80
4.7 Довођење мотора у фазу.....	81
4.7.1 Одређивање стварне СМТ.....	81
4.7.2 Довођење брегастог вратила у фазу	85
4.7.3 Провера растојања између вентила и клипа.....	87
4.8. Систем за паљење и систем за напајање горивом	89
4.8.1 Систем за паљење	89
4.8.2 Систем за напајање горивом.....	90
4.9 Поступак склапања мотора	91
5. Мерење перформанси мотора и резултати мерења	98
6. Закључак	100
7. Литература.....	101

1. Резиме

Приликом експлоатације мотора, чак и при најкоректнијем одржавању долази до хабања мотора. Мотор тада губи снагу, отежано стартује, повећава се потрошња флуида, итд. Ово је последица „трошења“ одређених делова мотора и увећавања одређених зазора ван предвиђених граница. У том случају се врши генерална оправка или ревизија мотора. То је поступак при коме се мотор механичким обрадама и уградњом одговарајућих делова враћа у границе које су прописане од стране произвођача. Поред поступка ревизије мотора у овом раду представљен је и поступак реконструкције мотора, тј. начин на који се реконструкцијом одређених делова могу побољшати перформансе мотора у односу на фабрички декларисане.

Кључне речи: ревизија, реконструкција, мотор, повећење снаге, модификовање

During the engine operation, even if it's most correctly maintained, comes to the engine wear. The engine is losing power, it's starting difficultly, the consumption of fluids is increasing, etc. This is the result of "wearing out" the certain parts of the engine and the result of specific gaps increase over the predicted limits. In that case, the general repair is done or overhaul of the engine (the engine overhaul). It is a procedure which brings back the engine within the manufacturer's prescribed limits by mechanically processing the engine and by installing compatible parts. In addition to the overhaul process of the engine, in this paper is also presented the method of reconstruction of the engine, ie. the way in which the reconstruction of some parts may improve engine performance compared to the factory declared performances.

Keywords: overhaul, reconstruction, motor, improve of the performance, modifying

2. Подаци о мотору DMB 128 A6

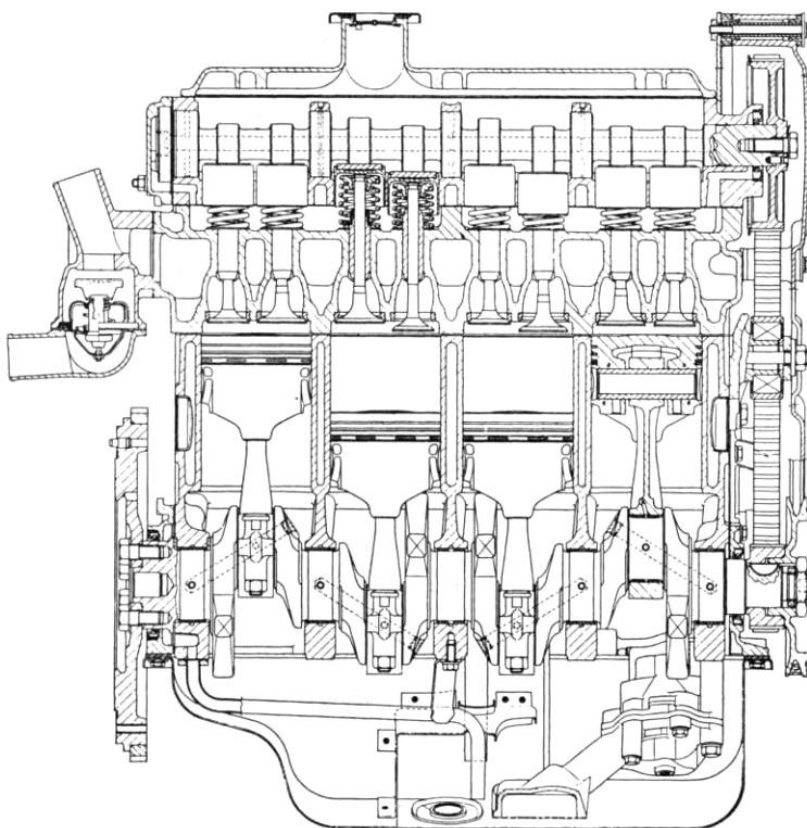
Основни подаци о мотору DMB 128 A6 наведени су из Сервисне књиге за Заставина возила [1]. Мотор DMB 128A припада групи COHC мотора (SOHC - Single Over Head Camshaft), што значи да мотор има једну брегасту осовину која се налази изнад главе мотора (погона вентила). Произвођен је у изведбама запремине 1116 cm^3 и 1298 cm^3 , које се међусобно разликују у пречнику цилиндра и уграђиван је у моделе Застава аутомобила. За тему овог рада узет је мотор DMB 128A6 запремине 1298 cm^3 . Уздужни и попречни пресеци овог мотора су приказани на сликама 1. и 2. респективно.

Табела 1: Основни подаци мотора DMB 128A6 [1]

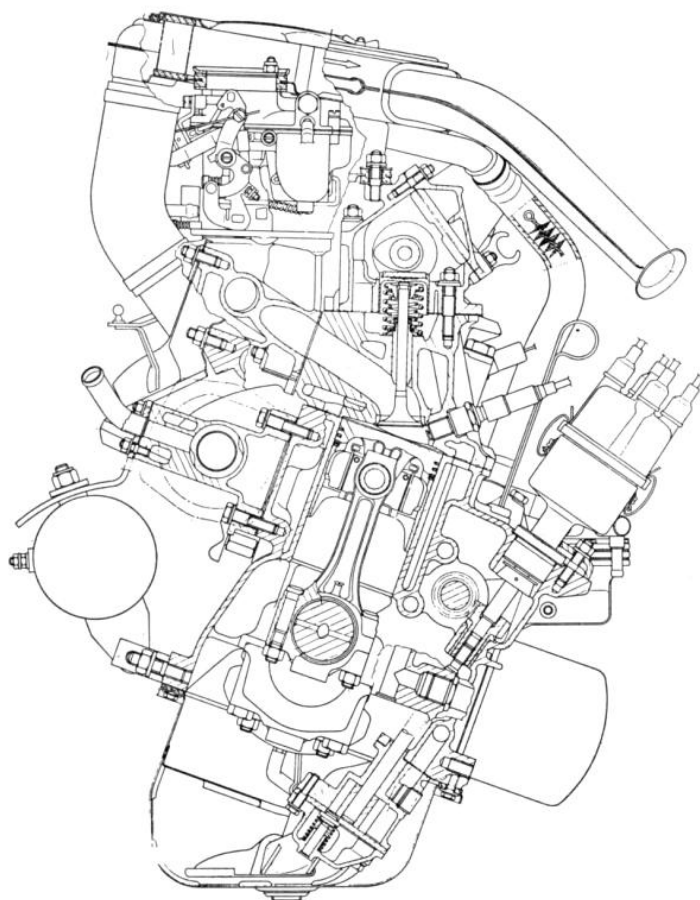
Циклус	ОТО четворо-тактни	
Број цилиндара	4	
Пречник цилиндра	86,4 mm	
Ход клипа	55,375 mm	
Укупна радна запремина	1298,65 cm ³	
Степен компресије	9,1	
Максимална снага	kW	47,8
	min ⁻¹	5800
Максимални обртни момент	Nm	95
	min ⁻¹	3500

Блок мотора лије се у једном комаду. Са десне стране блока мотора причвршћен је алтернатор са доњим носачима и затезачима каиша, који су постављени на горњој страни алтернатора. На истој страни се налази и пумпа за воду повезана помоћу једне дуге цеви са кућиштем термостата који је постављен на задњој страни мотора (страна замајца). На левој страни блока мотора причвршћена је пумпа за гориво, одушак мотора, разводник паљења и пречистач за уље.

На предњој страни блока мотора (страна погона разводног механизма), и на задњој страни (страна замајца), налазе се причвршћени поклопци, изливени под притиском од лаке легуре, у којима су смештени гумено-метални заптивачи, „семеринзи“. На предњој страни мотора такође се налазе и зупчaste ременице разводног механизма и то: зупчaste ременице коленастог вратила, помоћног вратила за погон разводника паљења, пумпе за уље и пумпе за гориво и брегастог вратила. Разводни механизам погоњен је зупчастим каишем. На задњој страни мотора налази се замајцац и кућиште термостата расхладне течности.



Слика 1: Уздужни пресек мотора DMB 128 A6



Слика 2: Попречни пресек мотора DMB 128 A6

3. Ревизија мотора

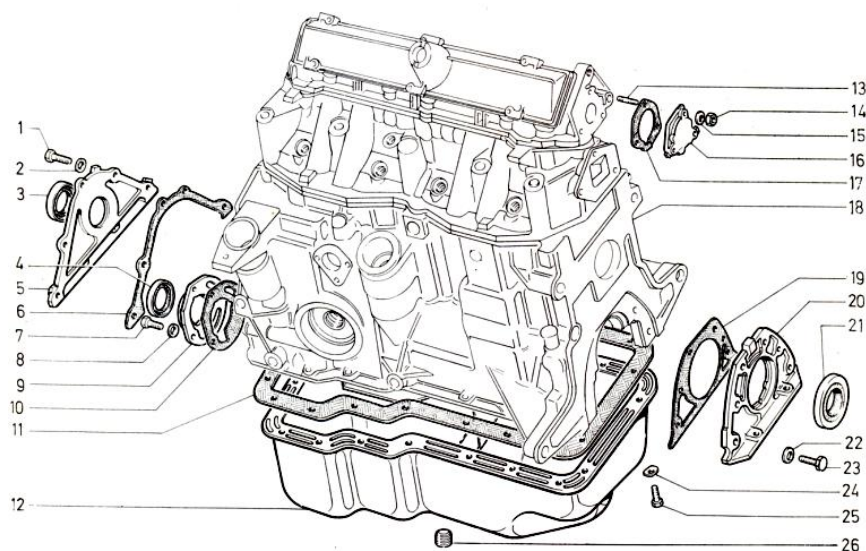
Ревизија мотора је поступак при коме се мотор механичким обрадама и уградњом одговарајућих делова враћа на мере које су прописане од стране произвођача.

У наредном делу рада биће представљен поступак ревизије мотора DMB 128 A6.

3.1 Блок мотора

Блок мотора са ознаком DMB 128 A6 изливен је од сивог лива. Због веће механичке сигурности и дужег века мотора коленасто вратило у блоку мотора ослоњено је на пет лежајева.

Да би се при уградњи одржао тачан зазор између клипа и цилиндра, цилиндри су на основу мерења након обраде подељени у четири класе које се по пречнику разликују за 0,01 mm. Ознаке за класу цилиндра утиснуте су на доњој страни прирубнице блока, за коју се причвршћује корито мотора. Клипови су такође подељени у четири класе пречника које се између себе разликују за 0,01 mm. Тако се при монтажи у цилиндре класе А уграђују клипови класе А, у цилиндре класе Б клипови класе Б, итд. При обрачунавању овог зазора треба имати у виду пречник клипа који се налази у равни управној на осовиницу клипа. Наведено разврставање цилиндара и клипова и њихово спаривање врши се у фабричким условима, док се при репарацији мотора врши другачија подела која ће бити наведена у даљем тексту.



Слика 3: Блок мотора и делови који се за њега причвршћују.

1 - вијак, 2 - еластични подметач, 3 - семеринг, предњи заптивач коленастог вратила, 4 - семеринг, заптивач осовине за разводника, 5 - поклопац на страни развода, 6 - заптивач предњег поклопца, 7 - вијак, 8 - еластични подметач, 9 - поклопац, 10 - заптивач осовине разводника, 11 - заптивач корита мотора, 12 - корито мотора, 13 - вијак, 14 - навртка, 15 - еластични подметач, 16 - поклопац, 17 - заптивач брегастог вратила, 18 - блок мотора, 19 - заптивач задњег поклопца, 20 - поклопац на страни замајца, 21 - семеринг, задњи заптивач коленастог вратила, 22 - еластични подметач, 23,25 - вијак, 24 - еластични подметач, 26 - навојни чеп користа мотора

3.1.1 Контрола и мерење пречника цилиндара

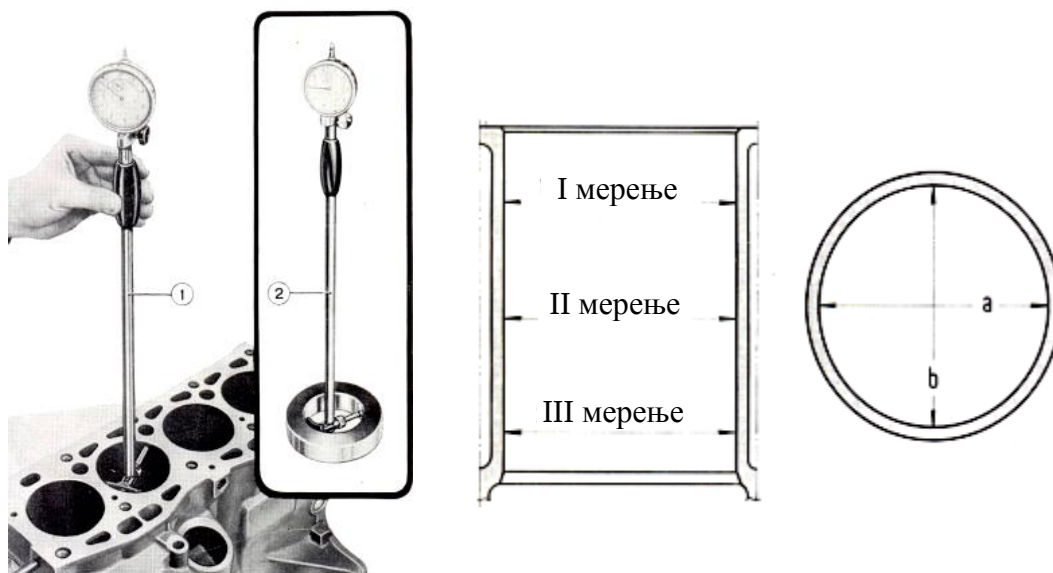
У току рада мотора и поред доброг подмазивања, током времена долази до трошења цилиндара и клипова. Када истрошење достигне одређену границу мотор губи снагу, а потрошња уља се драстично повећава. На мотору се тада врши генерална оправка, а то је тренутак када укупно истрошење цилиндра и клипа достигне вредност од $0,15\text{ mm}$. Тада се приступа бушењу и глачању цилиндара за одређене, увећане клипове. Ова увећања нису произвољна него су прописана и износе $0,2$, $0,4$ и $0,6\text{ mm}$ (т.з.в. I, II, и III специјала) у зависности од величине истрошења. У овим прекомерама се као резервни део израђују и клипови.

Ради добијања одговарајућег уградбеног зазора потребно је извршити мерење пречника цилиндара и одредити која класа клипа треба да буде уграђена

Табела 2: Пречници цилиндара према класи

Класа	Пречник цилиндра (стандардне мере)
Класа А	86,400 – 86,410
Класа Б	86,410 – 86,420
Класа Ц	86,420 – 86,430
Класа Д	86,430 – 86,440

Као што је то у табели 2 назначено ово су стандардне мере и на њих се додају одговарајуће вредности прекомера у случају када се цилиндри проширују обрадом. Бушење цилиндара се врши на основу пречника увећаних клипова и на основу прописаног зазора између клипа и цилиндра који треба да буде од $0,031\text{ mm}$ до $0,049\text{ mm}$.



Слика 4: Мерење пречника цилиндара помоћу компаратера.

1 - компаратер, 2 - довођење компаратера на нулу помоћу специјалног контролног прстена

Мерење пречника цилиндара се изводи помоћу компаратера (субитора) који се прво подеси на нулу помоћу специјалног контролног прстена (слика 4). У циљу што тачнијег увида, мерење треба извршити на три различите висине цилиндра и у две управне равни, па затим узети средњу вредност.

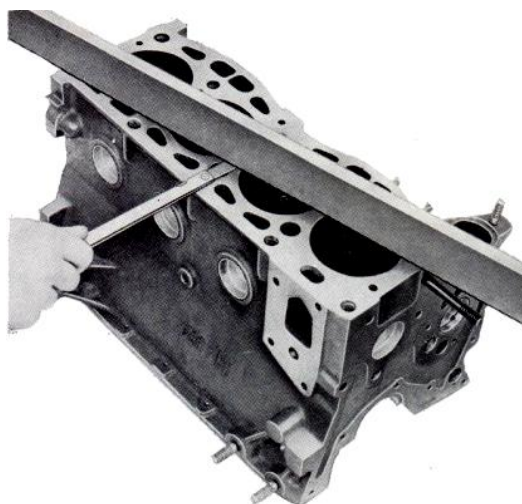
На основу скале увећања клипова за резервне делове, максимална граница увећања пречника цилиндара је $0,6 \text{ mm}$ у односу на номинални пречник. Међутим уколико се јави потреба за новом обрадом цилиндара и заменом клипова на једном мотору код кога је већ извршена максимална обрада цилиндара, у исте треба уградити специјалне кошуљице које се испоручују као резервни део.

Са доње стране прирубнице корита мотора, на блоку укупана су слова која означавају класе цилиндара. Међутим, треба водити рачуна да се ове словне ознаке односе на нов блок. Када се при ревизији мотора цилиндри обраде и мерење треба уписати нове вредности класе.

3.1.2 Контрола горње површине блока мотора

Приликом контроле блока мотора веома је важно проверити равност горње површине блока на коју належе глава цилиндара. Неравна површина може бити узрок некоректног налагања заптивке главе цилиндара, као и саме главе што за последицу има недовољно заптивање и у крајњој линији „пробијање“ заптивке главе цилиндара.

На слици 5 приказан је поступак контроле равности, који се врши на тај начин што се уздужно, попречно и дијагонално поставља лењир, а затим се помоћу мерног листића дебљине $0,050 \text{ mm}$ контролише евентуално постојање процепа. Уколико се то установи извршити обраду горње површине блока, скидајући што је могуће мање материјала, како би се добила равномерно обрађена површина.

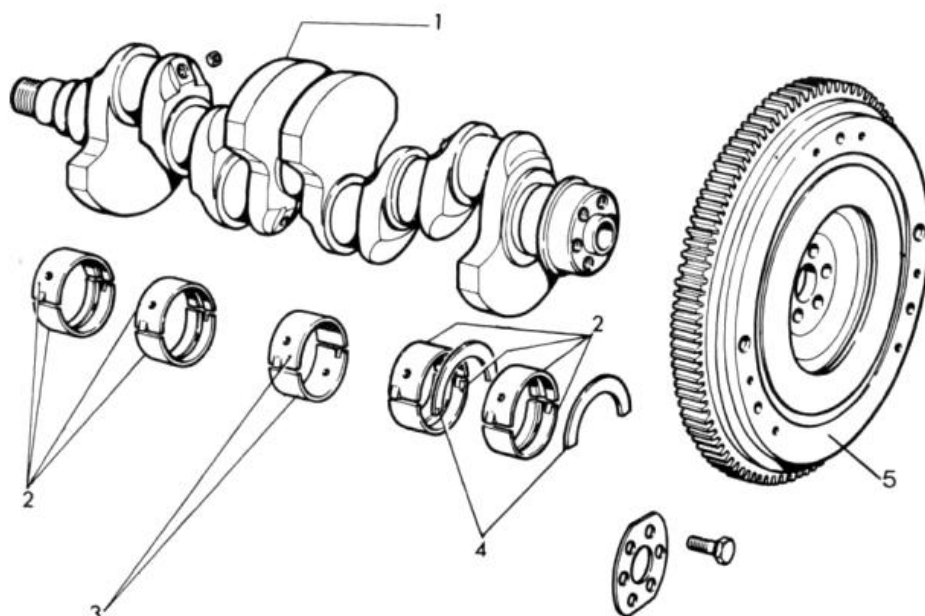


Слика 5: Контрола горње површине блока мотора помоћу лењира и мерних листића

3.2 Коленасто вратило

Коленасто вратило мотора DMB 128A6, слика 6, направљено је од нодуларног лива високих механичких карактеристика и ослоњено је на пет лежајева. Да би се смањило хабање и повећао век трајања лежајева, рукавци коленастог вратила су отврднута специјалним термичким поступком - индукционим каљењем, којим се постиже повећање тврдоће. У складу са квалитетом рукаваца коленастог вратила одабрани су и одговарајући лежајеви.

Временом долази до хабања како рукаваца, тако и самих лежајева, тако да се као последица јавља повећани зазор. Ово повећање зазора сме да иде највише до $0,15\text{ mm}$, а кад се ова вредност премаши потребно је обрусити рукавце и употребити тзв. прекомеру лежајева. Вредност истрошења, односно повећања зазора до границе од $0,15\text{ mm}$ важи за рукавце главних лежајева коленастог вратила, док повећање зазора услед истрошења за рукавце лежајева велике песнице клипњаче може да иде максимално до $0,10\text{ mm}$.



Слика 6: Склоп коленастог вратила

1 - коленасто вратило, 2 - лежајеви, 3 - средњи лежај, 4 - аксијални прстенови, 5 - замајац

Лежајеви се састоје се из челичних полушоља, релативно мале дебљине, пресвучених са унутрашње стране, на месту налегања рукавца, танким слојем антифрикционе легуре.

Све полушоље лежајева коленастог вратила, сем за централни лежај, имају на унутрашњој страни изведен кружни канал који омогућава одвод уља за подмазивање у лежајеве велике песнице клипњаче.

Аксијално померање коленастог вратила, ван дозвољених граница, онемогућено је постављањем два полупрстена на задњем лежају коленастог вратила. Разлог за постављање полупрстенова аксијалног лежаја на задње лежиште коленастог вратила лежи у чињеници да на том месту, постављени аксијални лежај ограничава дејство млаза уља који избија из лежаја коленастог вратила. У случају да није онемогућен, млаз штетно делује на гумено-метални заптивач смештен у задњем поклопцу.

3.2.1 Контрола и мерење рукаваца коленастог вратила

Пречници главних рукаваца коленастог вратила су: 50,785 – 50,805 *mm*

Пречници рукаваца клипњаче коленастог вратила су: 45,498 - 45,518 *mm*

Ово су мере новог коленастог вратила и када се изврши спаривање са одговарајућим лежајевима добијају се следећи уградбени зазори:

- Зазор главних лежајева коленастог вратила

0,040 - 0,085 *mm*

- Зазор лежајева велике песнице клипњаче

0,036 - 0,086 *mm*

Ако се располаже специјалњм алатом, помоћу којег се могу измерити пречници и обрачунати зазори, до вредности зазора може се доћи и на један релативно лак начин. Коришћењем посебног мерног пластичног конаца који се уметне између лежаја и рукавца, а затим постави поклопац лежаја и притегне прописаним моментом. Пластични конац се спљошти, а ново-настала ширина се упореди са специјалним шаблоном, где је означено за сваку ширину спљоштеног конца колики је ефективни зазор. Ова метода је позната под именом „plastigage“.

Када услед истрошења укупни зазор достигне вредност од 0,15 *mm* потребно је изградити коленасто вратило и извршити брушење рукаваца на мање мере које су унапред утврђене.

Пречници рукаваца коленастог вратила се брушењем умањују за следеће подмере: 0,127, 0,254, 0,508, 0,762 и 1,016 *mm*. За овако брушене рукавце коленастог вратила, које се врши у истим толеранцијама као и нов део, постоје полушоље лежајева повећане дебљине за исто толику меру, тако да се при склапању добијају зазори као за потпуно ново коленасто вратило.

Након брушења рукаваца коленастог вратила не сме се заборавити отварање чепова канала за подмазивање како би се коленасто вратило могло пажљиво очистити и одстранити и најситнија честица металне прашине или нека друга нечистоћа. Ако се тако не уради и у каналима заостане нечистоћа ризикује се да се тренутно оштете полушоље лежајева и да цео претходно обављени посао буде узалудан. После прања и издувавања затворити чепове уљних канала.

При изградњи и уградњи коленастог вратила увек треба водити рачуна да се места на којима налажу гумено метални заптивачи коленастог вратила, тзв. „семеринзи“, увек премажу слојем уља или масти. Ова превентивна мера је потребна због тога да би се спречило оштећење финих заптивних ивица „семеринга“ у почетним тренуцима рада мотора, када још не постоји довољно подмазивање заптивних површина.

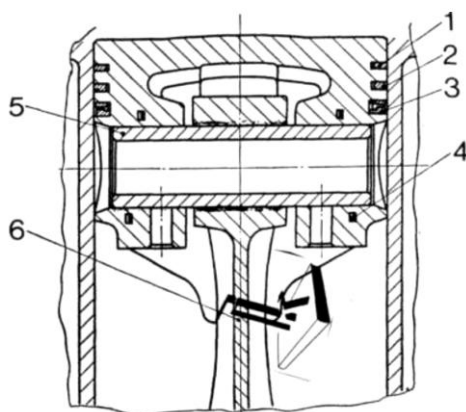
3.3 Клипни склоп

Мотор DMB 128A6 одликује се тиме што му је ход клипа знатно мањи од пречника цилиндра. Као последица усвојеног односа хода клипа и пречника цилиндра, јавља се релативно умерена средња брзина клипа. Тако на пример при 6000 min^{-1} средња брзина клипа износи $11,1 \text{ m/s}$. Имајући у виду колико је за век мотора значајна средња брзина клипа од мотора треба очекивати дуг век у експлоатацији.

3.3.1 Клипови

Клипови спадају у механички и термички веома напрегнуте делове. Клипови су изливени од легуре алуминијума са компензационим елементима у облику посебно израђених челичних лимова, постављених у зону ушица за осовиницу клипова. Разлог за постављање ових компензационих плочица је у тежњи да се промена зазора између клипа и осовинице клипа, чак и у случајевима нагле промене температуре, одржи у што ужим границама.

Да би се при уградњи постигао оптимални зазор између клипова и цилиндра, на бази одређеног пречника, управног на осовиницу клипа, извршено је разврставање на класе. Разврставање је извршено на четири класе, као и код блока мотора, које се између себе разликују за $0,01 \text{ mm}$.



Слика 7: Пресек мале песнице клипњаче и клипа.

1 - први клипни прстен, 2 - други клипни прстен, 3 - клипни прстен за подмазивање, 4 - компензациона плочица, 5 - осовиница клипа, 6 - клипњача

Овалност плашта клипа је константна дуж целе изводнице, док се профил клипа у равни управној на осовиницу мења са променом висине (највећи пречник клипа налази се на доњој ивици плашта). На челу клипа се налазе два полумесечаста удубљења да би се избегао додир чела клипа са вентилима.

Први клипни прстен је највише оптерећен. Израђен је од специјалног нодуларног лива високомеханичких својстава. Други клипни прстен нажлебљен је по целом обиму, тако да је формиран профил са једном јако истакнутом ивицом. Улога ове ивице је да допринесе скидању вишка уља са зидова цилиндра. Да би се скратио период прилагођавања клипног прстена у периоду разрађивања мотора, површина која налаже на зид цилиндра је благо конусна. Уљни прстен се састоји се од два дела: спољашњи део који налаже непосредно на зидове цилиндра израђен је од специјалног сивог лива за клипне прстенове, док се други, унутрашњи део, састоји од једне завојне опруге. Ова опруга је тако

постављена са унутрашње стране да, услед претходне напетости належе на клипни прстен притискајући га уз зидове цилиндра. Оваквом конструкцијом обезбеђује се равномернији притисак на зидове цилиндра и умеренија потрошња уља.

3.3.1.1 Мере класа нових клипова

Већ раније је напоменуто да су и цилиндри разврстани на пет класа које се између себе, као и клипови разликују за 0,01 mm. Правилно спаривање клипова у цилиндрима мотора врши се на тај начин што се у цилиндар класе А уграђује клип класе А, а у цилиндар класе Б уграђује клип класе Б, итд. На тај начин се постиже следећи зазор: 0,031 - 0,049 mm.

У табели 3 дате су вредности пречника клипова по класама. Све класе, на наведеним пречницима, толерисане су са $\pm 0,007$ mm.

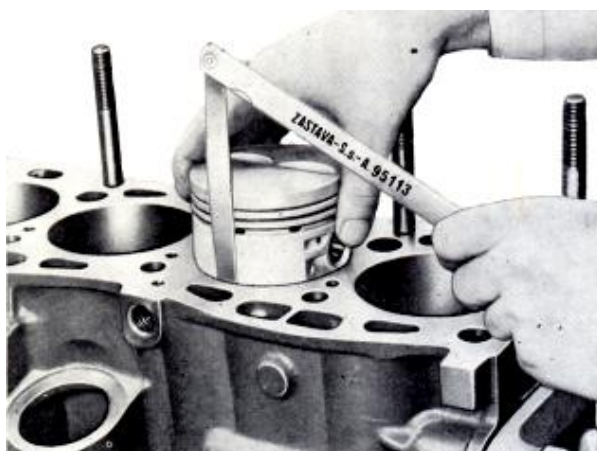
Табела 3: Пречници клипова према класи

Класа	Пречник клипова (стандардне мере)
Класа А	86,351– 86,369
Класа Б	86,361 – 86,379
Класа Ц	86,371 – 86,389
Класа Д	86,381 – 86,399
Класа Е	86,391 – 86,409

Наведено важи за нов блок и нове клипове. Када укупно истрошење достигне вредност од 0,15 mm треба извршити механичку обраду блока и уградити нове, тзв. прекомерне клипове. Ова увећања или прекомере нису произвољна већ тачно прописана и износе 0,2, 0,4 и 0,6 mm.

На челу клипа утиснут је просечан зазор који треба постићи код исправне уградње. Ту се налази и стрелица која приликом уградње треба да буде окренута у смеру замајца. У циљу добре уравнотежености главног моторног механизма масе клипова не смеју да се разликују међусобно за више од 5 грама.

Уградбени зазор клипова може се проверити помоћу мерног листића који се увлачи између клипа и цилиндра што је приказано на слици 8.



Слика 8: Провера зазора између клипа и цилиндра помоћу мерног листића

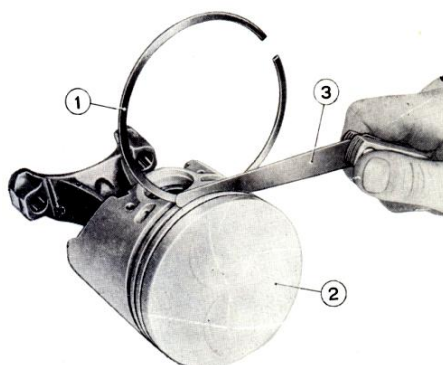
Ако се коректно изврши мерење и одаберу одговарајући клипови, зазор измерен у правцу равни управне на осу осовинице клипа, а на растојању од 51 mm од чела клипа је 0,031 до 0,049 mm.

Ради доброг заптивања и подмазивања, клипни прстенови морају слободно клизити у својим каналима у клипу, тј. морају бити окретљиви. Нормалном експлоатацијом клипови се практично не могу оштетити. Међутим, употребом неодговарајућих свећица може се проузроковати прогоревање чела клипа. Такође треба водити рачуна да предпаљење мотора буде тачно подешено. Превелико предпаљење може бити узрок нерегуларног сагоревања и великих термичких и механичких напрезања. Као последица често се може јавити лом гребена клипа између клипних прстенова.

Клипови су тако конципирани да се и ушице клипова и осовинице клипа раде у једној класи, тако да није потребно посебно разврставање.

3.3.1.2 Контрола клипних прстенова

Ради доброг функционисања и ради трајности мотора, потребно је између клипних прстенова и канала у клипу обезбедити прописани уградбени зазор. Контрола зазора између клипних прстенова и одговарајућих канала у клипу, може се извршити постављањем једног по једног клипног прстена у свој канал и увлачењем контролног листића (слика 9).

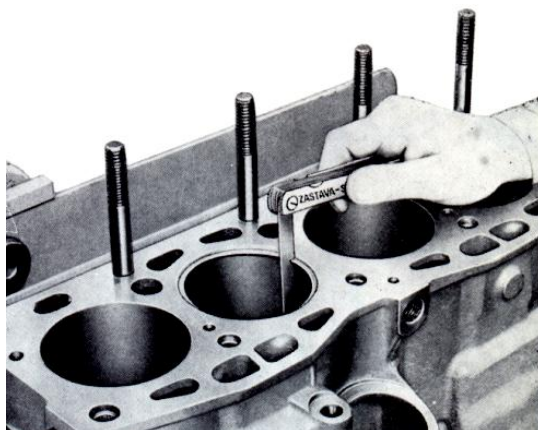


Слика 9: Контрола зазора између клипних прстенова и канала у клипу
1- клипни прстен, 2 - клип, 3 - контролни листић

Зазоре које треба остварити између клипних прстенова и канала у клипу су: за I и II клипни прстен 0,040 mm до 0,072 mm, а за III 0,12 mm до 0,16 mm.

Недовољан зазор између клипних прстенова и канала у клипу узрок је губитку компресије, превеликој потрошњи уља и брзом трошењу прстенова и цилиндара. Превелик зазор проузрокује убрзану потрошњу бочних површина канала на клипу и изразит зазор између њих и прстенова. Дозвољена граница истрошења је 0,15 mm.

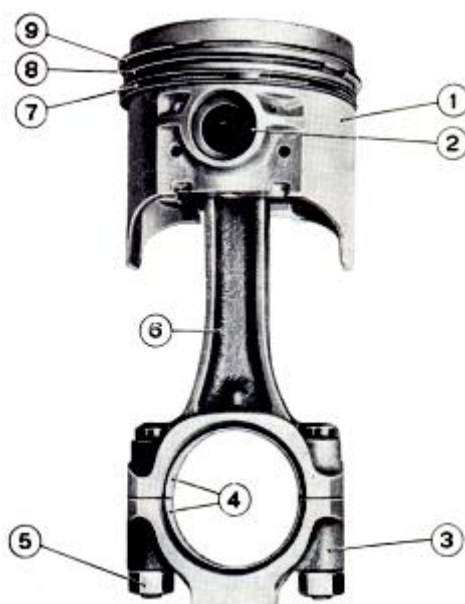
Пре уградње клипних прстенова на клипове, један по један прстен постављати у цилиндар и измерити постојећи зазор између његових крајева (слика 10). У случају да је зазор недовољан, пребрусити крајеве прстенова, како би се добио одговарајући зазор. Приликом брушења водити рачуна да крајеви клипних прстенова остану паралелни приликом уградње у цилиндар. Зазоре које треба остварити између крајева клипних прстенова када су уграђени у цилиндар су: за I и II клипни прстен 0,030 mm до 0,045 mm, а за III 0,20 mm до 0,70 mm.



Слика 10: Контрола зазора између крајева клипних прстенова уграђених у цилиндар

3.3.2 Клипњача

Материјал употребљен за израду клипњаче је темпер-лив високог квалитета. Велика песница клипњаче је равно сечена, а центрирање поклопца у односу на тело обезбеђено је помоћу два вијка који, у равни налегања поклопца, имају тачно одређену спољашњу површину тако да је могуће вођење. Вијци који се употребљавају за притезање поклопца су са самокочећим својствима, тако да се не употребљавају осигурачи.

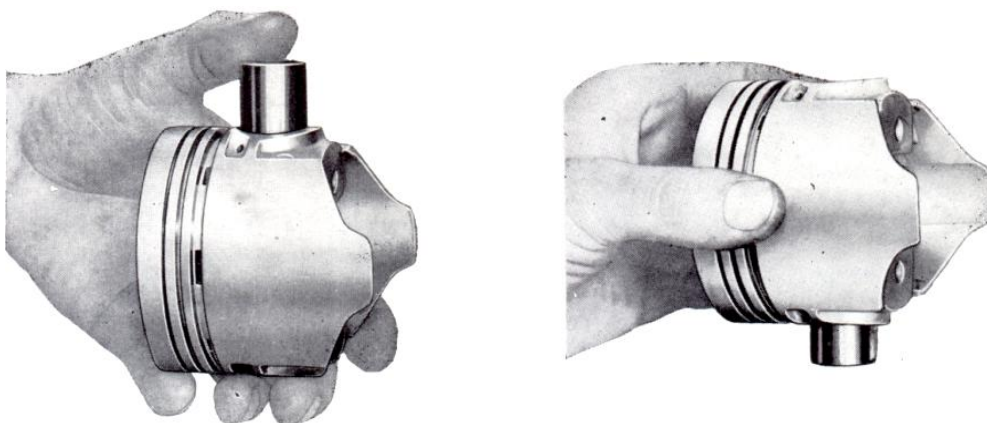


Слика 11: Склоп клипњача-осовиница-клип

- 1 - клип, 2 - осовиница, 3 - поклопац велике песнице клипњаче,
 4 - полулежајеви, 5 - навртка за притезање велике песнице клипњаче, 6 - тело клипњаче, 7 - мазајући клипни прстен са радијалним прорезима и опругом,
 8 - брисајући клипни прстен, 9 - компресиони клипни прстен

3.3.3 Осовиница клипа

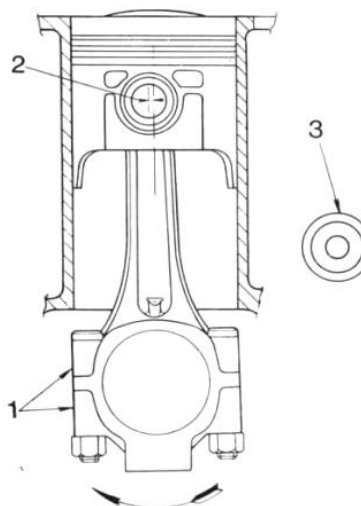
Спој између осовинице клипа и ушица клипа је клизан. Чак и ако се не поседује специјални мерни алат може се проверити спој између ушица клипа и осовинице клипа. Под притиском палца осовиница се увуче у ушице клипа, а затим клип постави тако да осовиница буде у вертикалном положају. Осовиница не сме испасти из клипа услед сопствене масе, већ се мора из ушица клипа истиснути палцем.



Слика 12: Провера споја између ушица клипа и осовинице

3.3.4 Уградња клипног склопа

Приликом уградње клипног склопа (слика 11) мора се водити рачуна да отвор за осовиницу клипа у клипу није симетрично постављен, већ се оса отвора налази ван осе симетрије клипа. Према томе, веома је важно да се успостави прави однос положаја клипа, клипњаче и блока мотора. Комплетирање треба извести према шеми датој на слици 13.



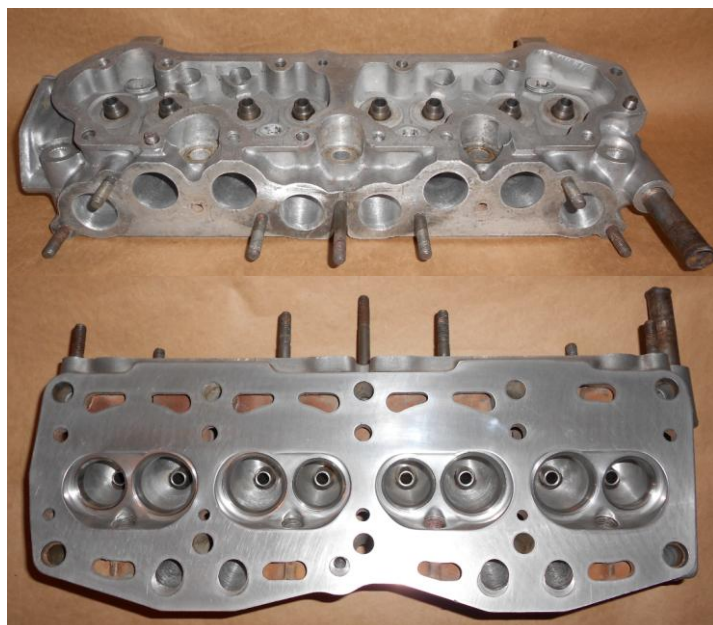
Слика 13: Склоп клип – клипњача и уградња у блок мотора.

- 1 - место на коме се утискује број цилиндра коме припада клипњача,
2 - растојање осе осовинице клипа од осе клипа (2 mm), 3 - помоћно вратило за погон разводника паљења и пумпе за уље.

Стрелица показује смер окретања коленастог вратила посматрано са стране разводног механизма

3.4 Глава цилиндара

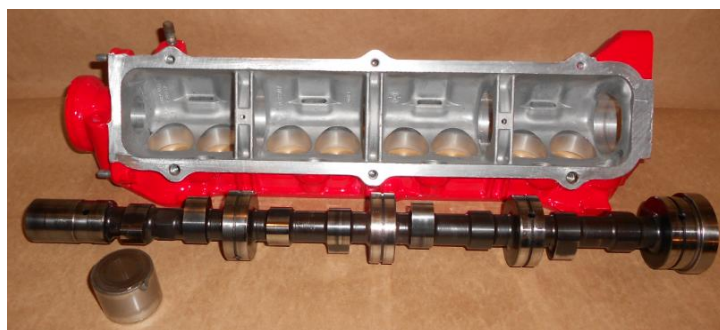
Глава цилиндра носи истовремено брегасто вратило, вентиле са припадајућим вођицама, опруге, уљне заштитнике, подизаче вентила итд. и по својој конструкцији врло је сложена. У експлоатацији глава не захтева посебно одржавање, међутим, као и низ других важних делова мотора треба је чувати од прегревања. Код прегревања мотора долази до великих дилатација, што за последицу има попуштање разних стегнутих спојева, тако да може доћи до прегоревања заптивке главе цилиндра. При изградњи и уградњи главе цилиндра мора се увек водити рачуна о томе да се не оштете наслоне површине и на тај начин створе предуслови за пробијање течности за хлађење, уља и сл. Добро заптивање се може постићи једино ако се употреби одговарајућа заптивка главе цилиндра мотора и примени прописани третман при притезању вијака.



Слика 14: Изглед главе цилиндара са горње и доње стране

Глава мотора састоји се из два дела: доњи који део належе преко заптивке главе цилиндра на блок мотора. У њему је смештена комора за сагоревање, вентили, седишта, вођице и опруге вентила. У горњи део је смештено брегасто вратило са подизачима вентила.

Кућиште брегастог вратила изведено је директно у горњем делу главе која је изливена под притиском од алуминијумске легуре.



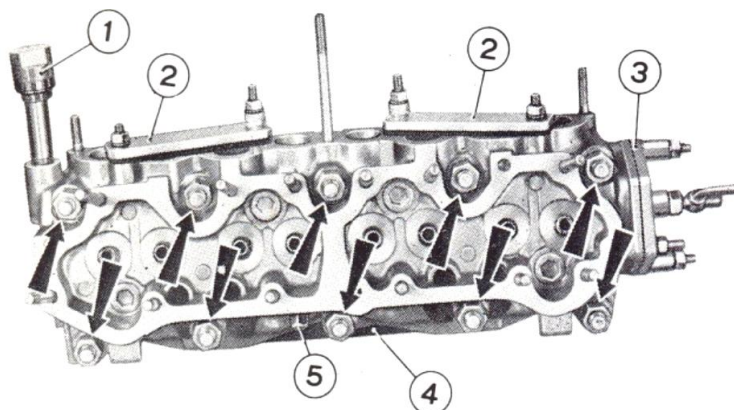
Слика 15: Кућиште брегастог вратила

3.4.1 Контрола главе цилиндара

Уколико је у току експлоатације дошло до прегревања мотора, претераних механичких и термичких напрезања може се догодити да дође до деформације главе цилиндара. Ове деформације се најчешће манифестују као искривљеност и неравност наслоне површине главе цилиндара, која належа на горњу страну блока. Неравна глава цилиндара може довести до прегоревања заптивке главе цилиндара.

Контрола се изводи на тај начин што се равна контролна плоча лако нагави, а затим преко ње превуче глава цилиндара. Наслона површина главе мора бити равномерно нагављена. Ако то није случај већ постоје светла „острва“ главу треба поравнати механичком обрадом, скидајући што је могуће мање материјала, како се не би угрозила дубина компресионог простора. Ипак у циљу сигурности главу цилиндара, при свакој изградњи би требало поравнати.

За контролу канала за воду у глави цилиндара, потребно поставити алате приказане на слици 16.



Слика 16: Контрола главе цилиндара хидрауличном методом

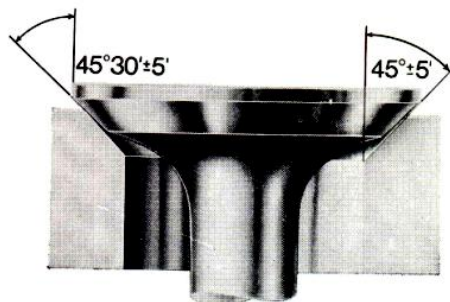
1 - чеп за затварање прикључка цеви за одвод воде у хладњак, 2 - плоче за затварање канала за пролаз воде и канала, 3 - плоча за затварање носача термостата, 4 - плоча за затварање носеће површине главе цилиндара, 5 - чеп седишта прекидача сигнала температуре

Када се глава цилиндара спреми за тестирање, преко славине (слика 16) пумпом убацивати воду, загрејану на $85^{\circ} - 90^{\circ} \text{ C}$, док се не постигне притисак од 2 bar до 3 bar. При наведеном притиску течност не сме да цури из главе цилиндара. Уколико на глави цилиндара постоје пукотине, то ће се уочити падом притиска на манометру. Уколико се на тестираној глави цилиндара примети наведено стање, потребно ју је заменити исправном.

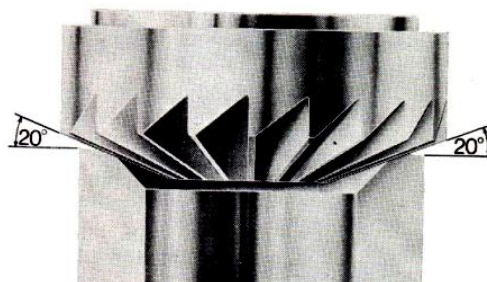
3.4.2 Обрада седишта вентила

Приликом поравнавања главе цилиндара обично се обраде и седишта вентила, тако да могу да се уграде нови вентили који ће добро заптивати. Обрађивање седишта се изводи помоћу три глодала под различитим угловима. Уместо глодала могу се користити и брусни каменови (под различитим, прописаним угловима). Операцијом брушења седишта под нагибом од $45^{\circ} \pm 5'$ проширује се наслона површина, тако да заптивање постаје недовољно ефикасно. Да би се то избегло врши се смањење ширине наслоне површине и то: са горње стране под углом од 20° , а према унутрашњости канала под углом од

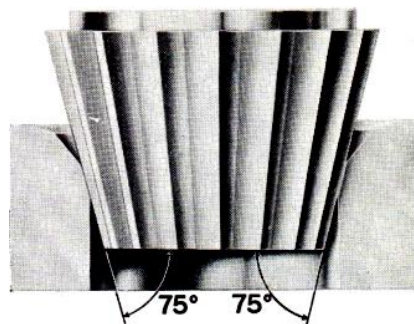
75°. После корекције ширина наслоне површине седишта треба да износи 2,1-2,2 mm. На сликама 17, 18 и 19 дати су углови који треба да се остваре на седиштима вентила.



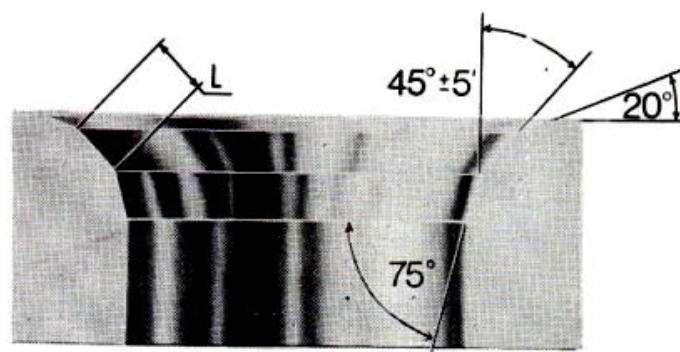
Слика 17: Углови нагиба седишта вентила на глави и на вентилу



Слика 18: Смањење ширине седишта вентила на глави цилиндара и на вентилу цилиндара, помоћу глодала са нагибом од 20°



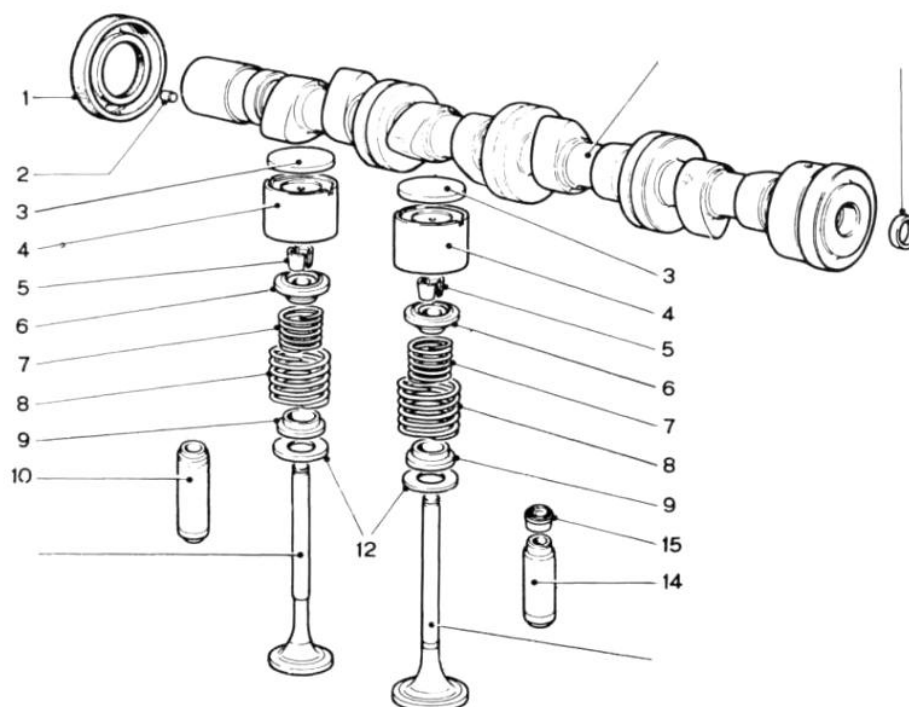
Слика 19: Смањење ширине седишта вентила на глави цилиндара, помоћу глодала са нагибом од 75°



Слика 20: Шематски приказ једног седишта вентила на глави цилиндара чија је ширина смањена помоћу глодала са нагибом $20^{\circ}/75^{\circ}$

3.5 Разводни механизам

Брегасто вратило се покреће помоћу зупчастог каиша који обухвата: зупчасту ременицу постављену на коленастом вратилу, зупчасту ременицу помоћног вратила преко које се врши погон разводника паљења, пумпе за уље и пумпе за гориво, зупчасту ременицу брегастог вратила и лежај механизма за затезање. Затезање каиша се врши помоћу опруге у механизму за затезање.

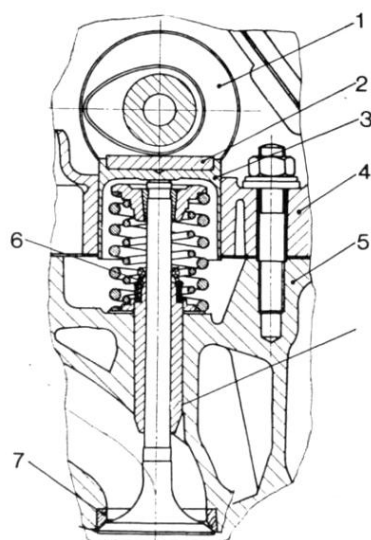


Слика 21: Елементи система развода

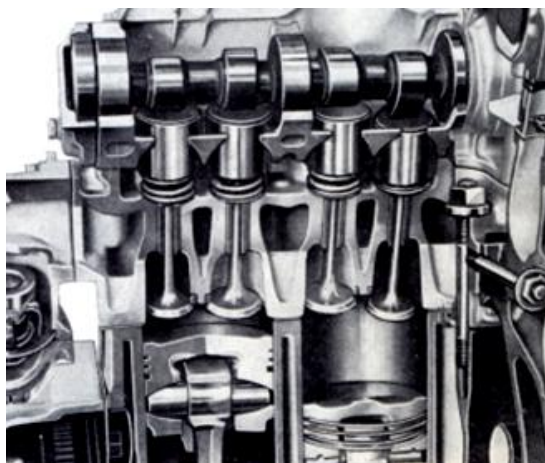
1 - семеринг, 2 - чивија, 3 - подметачи за подешавање зазора између подизача вентила и брегова на брегастом вратилу, 4 - подизачи вентила, 5 - полуконусни држачи, 6 - горњи тањирасти ослонци опруга, 7 - унутрашње опруге, 8 - спољашње опруге, 9 - доњи тањирасти ослонци опруга, 10 - вођица издувног вентила, 11 - издувни вентил, 12 - равни подметачи, 13 - усисни вентил, 14 - вођица усисног вентила, 15 - гумено-метални заптивач, 16 - брегасто вратило, 17 - тањирасти чепић за зачепљење краја канала за подмазивање брегастог вратила

Вентили се покрећу непосредним дејством брегова брегастог вратила на подизаче вентила. Подешавање зазора између стабла вентила и брегова брегастог вратила постиже се променом дебљине плочице која је уметнута у подизач. Ове плочице се израђују у стандардним дебљинама. Замена се лако постиже помоћу специјалне виљушке која држи потиснуте опруге вентила све док се не изврши замена.

Ради спречавања продирања уља у простор за сагоревање на вођицама вентила се налазе специјални гумено-метални заптивачи.



а)



б)

Слика 22: Погон вентила.

а) Елементи погона вентила: 1 - брегасто вратило, 2 - плочица за подешавање зазора вентила, 3 - подизач вентила, 4 - кућиште брегастог вратила, 5 - глава цилиндара, 6 - гумено-метални прстенасти заптивач, 7 - седиште вентила, 8 - вођица вентила

б) Детаљ мотора са пресеком преко елемената погона вентила

Вентили су од различитих материјала са добром механичком отпорношћу на повишеним температурама. Вентил је направљен од два материјала: печурка је од веома квалитетног челика са високим садржајем хрома, док је вретено од мање вредног челика. Специјалним поступком извршено је алитирање коничних површина на печуркама оба вентила чиме се постиже повећање века вентила.

3.5.1 Брегастро вратило

Брегастро вратило својим бреговима делује директно на каљени тањирџић - плочицу, која се наслања на чашасти подизач - подизач вентила. Приликом окретања брегастог вратила у одређеном тренутку, брег брегастог вратила притиска на плочицу, односно подизач, и на тај начин потискује вентил. Обзиром да је код мотора примењен релативно висок број обртаја, ради савлађивања значајних инерцијалних сила, примењене су двоструке опруге.

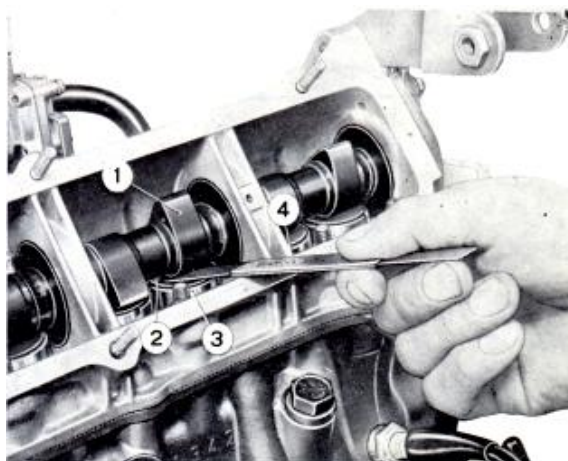
Ради доброг подмазивања разводног механизма, у област брегастог вратила и његових лежајева допрема се знатна количина уља. Овим уљем подмазују се како лежајеви брегастог вратила, тако и плочице, затим брегови брегастог вратила као и сами подизачи. И поред тога што између подизача и главе цилиндра постоји релативно мали зазор, потребно је спречити продор уља између вентила и вођице вентила. У ту сврху на вођице вентила навучене су гумено-метални заптивачи који доњим, ширим крајем, налажу на вођицу вентила, а горњим крајем у облику прстена, око кога је обавијена спирална опруга, налажу на стабло вентила и спречавају продор уља.

3.5.2 Подешавање зазора вентила

Подешавање зазора вентила врши се променом плочица које су различитих дебљина. За нормално подешавање зазора вентила у току експлоатације возила постоји велики број различитих димензија плочица са којима треба постићи жељени зазор. Плочице се производе у дебљинама од 3,25 *mm* до 4,70 *mm*. Подешавање зазора се врши на хладном мотору. Зазор за уисне вентиле се подешава на вредност 0,40 *mm*, а зазор за издувне вентиле се подешава на вредност 0,50 *mm*.

Зазор за контролу фазе према дијаграму износи: 0,60 *mm* за уисне вентиле, а 0,65 *mm* за издувне вентиле.

Сам процес подешавања, односно провере зазора вентила је следећи: поставити брег вентила чији се зазор контролише у вертикални положај, као што је то приказано на слици 23. У том положају у процеп се увлачи калибрисани мерни листић и одређује тачна вредност зазора.



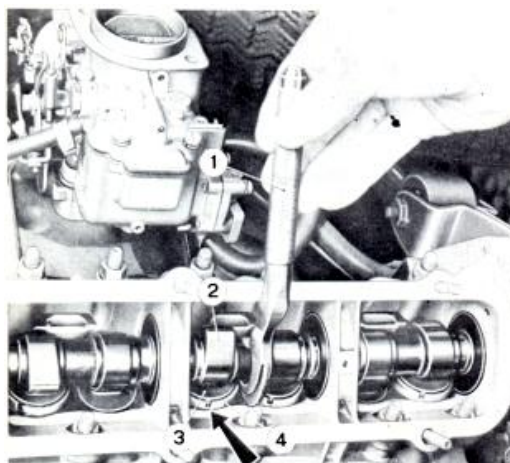
Слика 23: Контрола зазора вентила

1 - брег, 2 - плочица, 3 - подизач вентила, 4 - мерни листић

Уколико је вредност у оквиру прописаних граница, не врши се подешавање. Међутим, уколико је та вредност мања или већа, треба помоћу промене листића наћи праву вредност зазора и на основу тога одредити да ли треба уградити дебљу или тању плочицу. На пример, ако се контролише зазор уисног вентила и утврди да је зазор 0,45 *mm*, значи да треба уградити плочицу која је од уграђене плочице дебља за 0,05 *mm*. Ако је дебљина плочице 3,80 *mm*, плочицу заменити плочицом дебљине 3,85 *mm*, како би се добио зазор 0,40 *mm*. Да не би заборавили коју је плочицу потребно уградити, треба измерити претходно зазор вентила и ту вредност забележити за свих 8 вентила, а затим приступити промени плочица. Нараво после замене плочица поново проверити да ли је добијен исправан зазор.

3.5.2.1 Замена плочица вентила

Између брегастог вратила и подизача треба увући специјалну виљушку и, у положају потиснутог подизача, уз помоћ пинцете или компримованог ваздуха извући плочицу вентила чији се зазор подешава. Када се плочица извуче, микрометром извршити мерење дебљине плочице, а затим приступити тражењу плочице која је дебља или тања за израчунату вредност.



Слика 24: Примена виљушке за вађење плочице подизача.

1 - виљушка, 2 - брег брегастог вратила, 3 - плочица подизача, 4 - подизач (стрелица на слици означава зарез на подизачу вентила који омогућава да се испод плочице увуче узан одвијач и на тај начин подигне плочица)

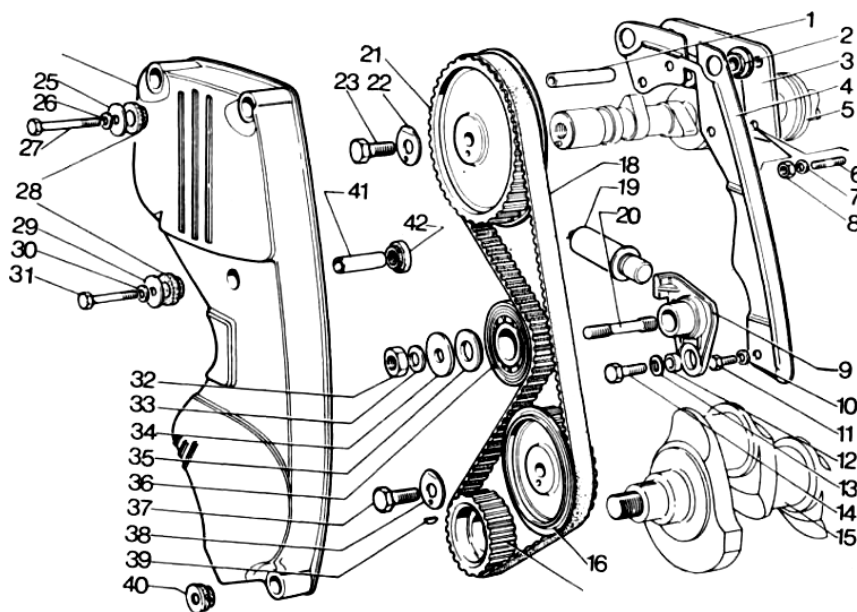
Приликом производње плочица на њима се уписује вредност дебљине, тако да се одговарајућа плочица лако може пронаћи уколико није у току рада дошло до брисања вредности. Када се нађе одговарајућа плочица, постави се у предвиђени положај у чашици подизача и поново провери зазор. Ово се врши по идентичном поступку за свих осам вентила.

У току производње плочице, које су направљене од веома квалитетног материјала, цементиране су и каљене на високу тврдоћу тако да до трошења плочица у току рада мотора скоро и не долази. То значи, да извађене плочице не треба бацити, већ их сачувати за наредно подешавање, јер су димензије плочица код једног истог мотора доста различите.

Неопходно је уграђивати само оригиналне плочице, пошто је то гаранција да су направљене од одговарајућег материјала. Плочице лошег квалитета могу оштетити брегове брегастог вратила и на тај начин проузроковати велику штету. У недостатку плочице одређене димензије не сме се брусити дебља плочица на мању дебљину, јер се тако скида отврднути слој што плочицу практично неупотребљивом.

3.5.3 Довођење разводног механизма у фазу

Да би мотор могао нормално да функционише коленасто вратило, брегасто вратило и разводник паљења морају бити спрегнути у тачно одређеној зависности. Да би се та зависност могла одржати и у случају када се из било ког разлога мења зупчасти каиш и сл., на зупчастим ременицама коленастог вратила и брегастог вратила постоје посебне ознаке које треба поставити у одређени положај да би се добио прави однос између коленастог вратила, односно клипова мотора и вентила које покреће брегасто вратило.

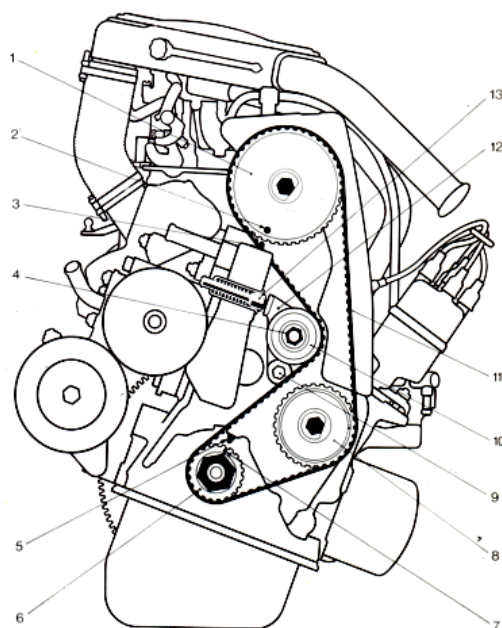


Слика 25: Погон разводног механизма.

1 - одстојник, 2 - еластични гумени подметач, 3 - стега, 4 - заштитник, 5 - средњи лежај брегастог вратила, 6 - вијак, 7 - равна подлошка, 8 - навртка, 9 - носач, 10 - равна подлошка, 11 - вијак, 12 - сигурносна подлошка, 13 - равна подлошка, 14 - вијак, 15 - коленасто вратило, 16 - зупчаста ременица помоћног вратила, 17 - погонска зупчаста ременица на коленастом вратилу, 18 - зупчасте каиш за пренос, 19 - затезач зупчастог каиша, 20 - вијак, 21 - зупчаста ременица брегастог вратила, 22 - равна подлошка, 23 - вијак, 24 - поклопац разводног механизма, 25 - равна подлошка, 26 - равна подлошка, 27 - вијак, 28 - гумени еластични подметач, 29 - равна подлошка, 30 - равна подлошка, 31 - вијак, 32 - навртка, 33 - сигурносна подлошка, 34 - равна подлошка, 35 - одстојник, 36 - котрљајући лежај, 37 - вијак, 38 - равна подлошка, 39 - клин спајања, 40 - гумени еластични подметач, 41 - одстојник, 42 - еластични гумени подметач

Довођење разводног механизма у фазу врши се, према слици 26, на следећи начин.

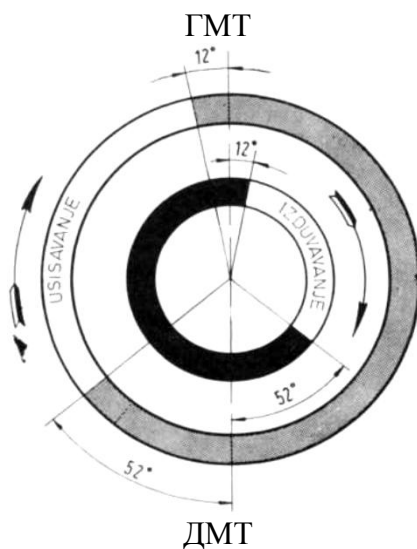
- Окренути брегасто вратило, тако да реперна ознака (2), која се налази на зупчастој ременици погона брегастог вратила (1) буде тачно наспрам ознаке (3), која се налази на носачу мотора.
- Окренути коленасто вратило тако да ознака (7), која се налази на зупчастој ременици коленастог вратила (6), буде тачно наспрам ознаке (5) на бочном поклопцу мотора.
- Уградити зупчасте каиш (11) и проверити да зуби каиша добро належу уз зупчасте ременице.
- Отпустити навртку (4), која причвршћује затезач каиша (10). Ово отпуштање навртке изазваће ослобађање опруге затезача, која ће аутоматски затегнути зупчасте каиш.
- Навртку (4) притегнути динамометарским кључем моментом од 44 Nm.



Слика 26: Шема за довођење у фазу погона разводног механизма.

1 - зупчаста ременица за покретање брегастог вратила, 2 - репер на зупчастој ременици брегастог вратила, 3 - репер на носачу мотора, 4 - навртка за блокирање затезача зупчастог каиша, 5 - репер на предњем поклопцу блока мотора, 6 - погонска зупчаста ременица на коленастом вратилу мотора, 7 - репер на погонској зупчастој ременици, 8 - зупчаста ременица на помоћном вратилу за покретање разводника паљења и пумпи за уље и довод горива, 9 - вијак за причвршћивање затезача каиша, 10 - котрљајући лежај затезача каиша, 11 - зупчasti каиш, 12 - носач, 13 - затезач каиша

Провера фазе мотора врши се према дијаграму приказаном на слици 27. Зазор за контролу фазе према дијаграму износи: 0,60 *mm* за усисне вентиле, а 0,65 *mm* за издувне вентиле.



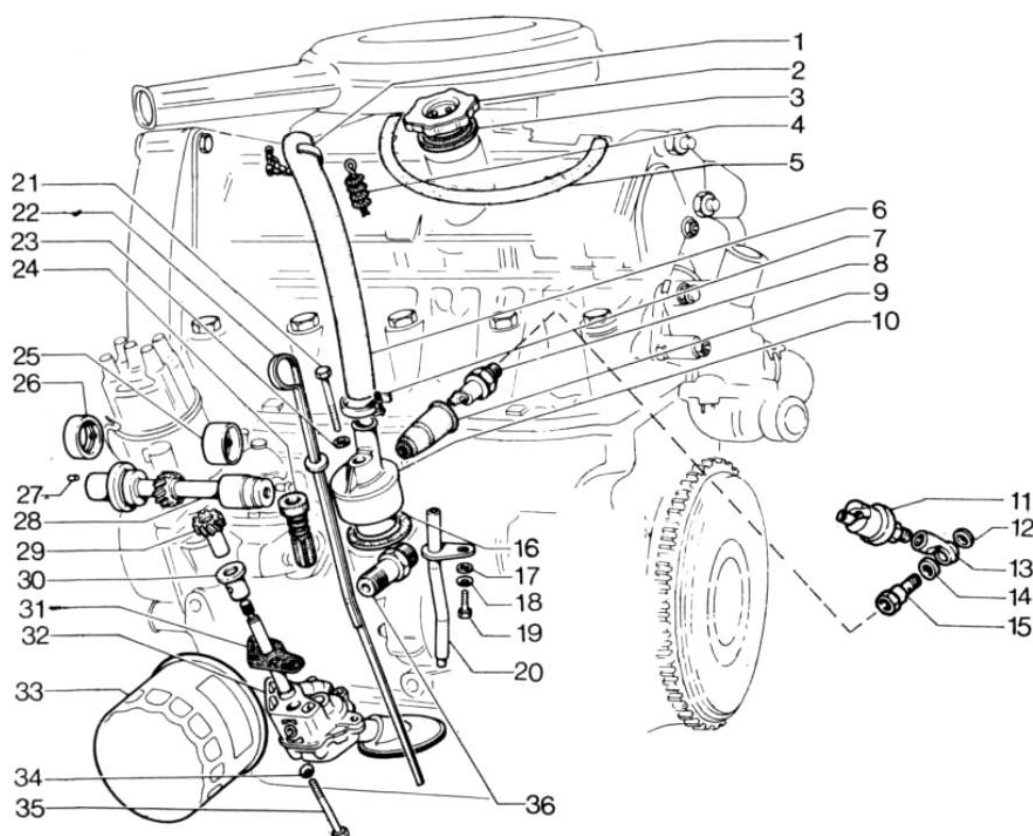
Слика 27: Дијаграм за проверу фазе брегастог вратила

3.6 Систем за подмазивање мотора

Чак и краткотрајан недостатак уља у систему за подмазивање мотора може изазвати озбиљно оштећење мотора. У случају да мотор остане без уља најпре страдају осетљиве површине клизних лежајева и клипова.

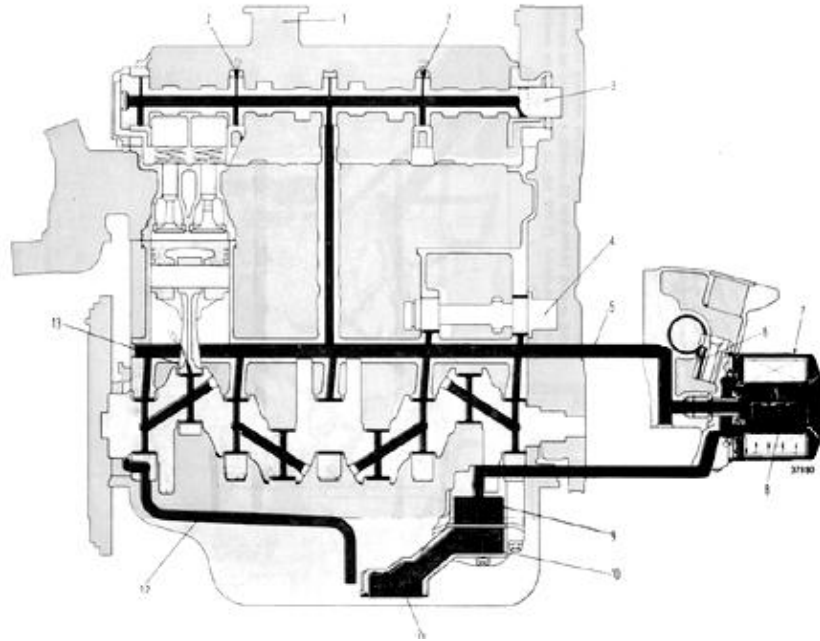
Систем за подмазивање мотора састоји се од: зупчaste потисне пумпе у чијем је кућишту смештен регулатор притиска уља, пречистача уља у главном току и сигнализатора недовољног притиска уља. Уље се спроводи до места које се подмазује помоћу канала избушених у блоку мотора, коленастом вратилу и брегастом вратилу.

Подмазивање мотора врши се уљем под притиском помоћу зупчaste пумпе причвршћене на доњој страни блока мотора. Пумпу за уље покреће помоћно вратило које служи и за покретање пумпе за гориво и разводника паљења. Притисак се остварује преко пара завојних укрштених зупчаника који су смештени у пумпи, а регулација притиска уља врши се помоћу вентила који се налази у усисној труби пумпе.



Слика 28: Елементи система за подмазивање

- 1 - стега, 2 - затварач, 3 - заптивач, 4 - пригушивач пламена, 5, 6 - савитљиво цево спајања, 7 - стега, 8 - прекидач, 9 - капица, 10 - одушак уља, 11 - депресор, 12 - равна подлошка, 13 - прикључак, 14 - равна подлошка, 15 - прикључак, 16 - заптивач, 17, 18 - равна подлошка, 19 - вијак, 20 - цев, 21 - вијак, 22 - мерач за контролу нивоа уља, 23 - равна подлошка, 24 - заптивач, 25, 26 - чаура, 27 - трн, 28 - помоћно вратило, 29 - гоњени зупчаник, 30 - чаура, 31 - заптивач, 32 - комплет пумпе за уље, 33 - пречистач уља, 34 - равна подлошка, 35 - вијак, 36 - прикључак



Слика 29: Шема подмазивања мотора

1 - грло за сипање свежег уља, 2 - канали за довод уља ради подмазивања лежајева и брегова брегастог вратила, 3 - брегасто вратило, 4 - помоћно вратило за погон пумпе за уље, разводника паљења и пумпе за гориво, 5 - канал за пролаз уља од пречистача до главних органа, 6 - канал за пролаз уља за подмазивање погона пумпе за уље и разводника паљења, 7 - пречистач уља у главном току, 8 - вентили сигурности за пропуштање уља у случају запрљаности пречишћавајућег елемента, 9 - зупчаста пумпа за уље, 10 - вентил за регулацију притиска уља, 11 - усисна труба за пумпе за уље, 12 - цев за повратак уља, 13 - довод уља за подмазивање унутрашњости кошуљица цилиндара

Уље које потискује пумпа за уље пре уласка у магистрале за подмазивање, изведене у блоку мотора, најпре прође кроз пречистач за уље. По својој конструкцији, пречистач за уље спада у групу пречистача у главном току уља што значи да се пречишћава целокупна количина уља коју пумпа потискује.

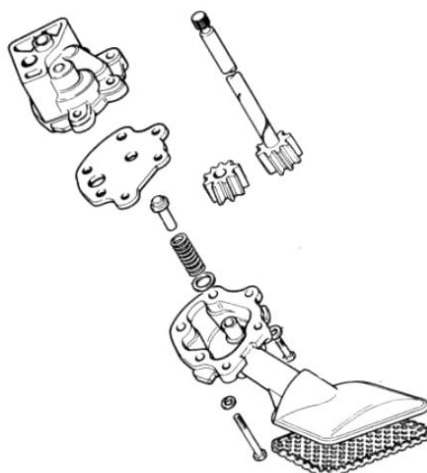
Уметак пречистача се састоји из „хармонике“ од висококвалитетне, специјално импрегниране хартије која има високу моћ пречишћавања. У пречистачу се још налази уграђен и један преливни (by-pass) вентил који се отвара и пропушта уље у случају када је уметак веома запрљан или када отпор протицања порасте изнад одређене вредности.

Подмазивање коленастог вратила врши се на тај начин што се каналима који су избушени у блоку мотора доводи уље појединачно до сваког лежаја коленастог вратила. Подмазивање лежајева клипњаче врши се преко канала избушених у коленастом вратилу, који спајају рукавце лежајева коленастог вратила са рукавцима лежајева клипњаче. Лежајеви брегастог вратила се подмазују уљем које се из блока мотора доводи у главу цилиндра, најпре на централни лежај, а одатле се уље одводи ка другим лежајевима кроз избушено брегасто вратило.

Када у систему за подмазивање притисак уља опадне испод дозвољене границе, активира се прекидач сигнализатора недовољног притиска уља који паљењем црвене сигналне лампице упозорава возача на настали недостатак.

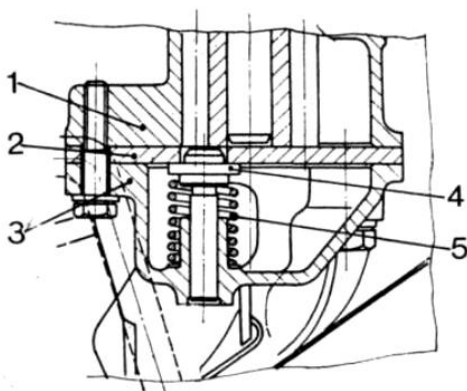
3.6.1 Пумпа за уље

Основни задатак пумпе за уље (слика 30) је да повлачи уље из корита мотора, а затим да га потискује кроз пречистач и канале до места за подмазивање. У мотору DMB 128A6 примењена је зупчаста пумпа са благо нагнутим, косим зубима. Пумпа треба да обезбеди довољну количину уља, прописаног притиска на свим режимима рада мотора. Овај захтев пумпа веома добро задовољава све до тренутка док не дође до претераног истрошења, било зупчаника било кућишта пумпе.



Слика 30: Пумпа за уље

Вентил за регулацију притиска уља смештен је у самом телу пумпе за уље и може му се приступити само у случају да се претходно скине корито мотора. Главна предност оваквог положаја вентила лежи управо у томе што се вентил за регулацију притиска уља (слика 31) налази непосредно крај саме пумпе и отвара се на прописаном притиску врло брзо без опасности да дође до оштећења неких од елемената мотора везаних за потисни уљни канал. Друга предност оваквог решења састоји се у томе што се вишак уља који пумпа потискује враћа одмах преко вентила за регулацију притиска на страну усисавања и на тај начин бива поново увучен у пумпу. То представља знатну предност, јер скраћена циркулација истовремено значи и најмању могућност за стварање мехурића у уљу.



Слика 31: Вентил за регулацију притиска уља

1 - тело пумпе за уље, 2 - међуплоча од челичног лима, 3 - усисна труба пумпе за уље, 4 - тело вентила, 5 - опруга вентила за регулацију притиска

3.7 Моменти притезања

У циљу правилног функционисања мотора вијке и навртке одређеног склопа потребно је причврстити равномерно и одређеним моментом. Моменти притезања за мотор DMB 128A6 дати су у табели 4.

Табела 4: Моменти притезања

<i>Део који се притеже</i>	<i>Навој</i>	<i>Моменти притезања Nm</i>
Самокачећи вијак за причвршћивање поклопаца лежаче главних рукаваца радилице уз блок мотора	M10 x 1,25	80
Вијак за причвршћивање главе цилиндара уз блок мотора (стари тип)	M 12 x 1,25	93
Вијак за причвршћивање главе цилиндара уз блок мотора (нови тип)	M 10 x 1,25	40 + 90° + 90°
Вијак за причвршћивање кућишта брегастог вратила на главу цилиндара	M 8 x 1,25	20
Навртка за причвршћивање поклопаца великих песница на клипњачама	M 9 x 1	51
Вијак за причвршћивање замајца на коленасто вратило мотора	M 10 x 1,25	83
Вијак за причвршћивање зупчаника на брегасто вратило	M 10 x 1,25	83
Вијак за причвршћивање зупчаника помоћног вратила	M 10 x 1,25	83
Навртка за причвршћивање погонске ременице на коленасто вратило мотора	M 20 x 15	137
Навртка за причвршћивање усисног и издувног колектора на главу цилиндара	M 8	27
Вијак за причвршћивање уређаја за проветравање блока мотора и кондензацију уљне паре	M 8	23
Самокачећа навртка за причвршћивање алтернатора на горњи носач	M 10 x 1,25	49
Навртка за причвршћивање доњег носача алтернатора на блок мотора	M 10 x 1,25	49
Навртка за причвршћивање лежача на носач затезача ремена	M 10 x 1,25	44
Навртка за причвршћивање горњег носача алтернатора на тело пумпе за воду	M 8	25
Навртка и вијак за причвршћивање алтернатора на доњи носач	M 10 x 1,25	49
Давач температуре расхладне течности	M 16 x 1,5	37
Свећице	M 14 x 1,25	37

3.7.1 Момент притезања главе цилиндара.

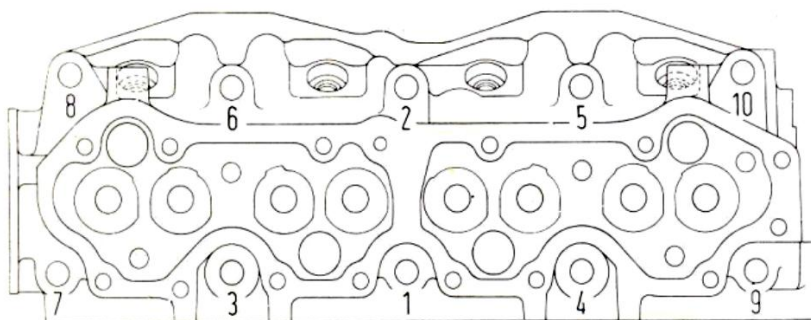
При постављању заптивке главе цилиндара и притезању мора се водити рачуна о следећем.

1. Заптивка се поставља на блок мотора са словном ознаком окренутом нагоре (обично пише "горе", "алто", "обер" или "топ" - у зависности од произвођача).
2. Вијци, увртњи и навртке треба да буду подмазани ретким уљем и остављени да се добро оцеде - око 30 минута.
3. Затим се према редоследу (слика 31) изврши претходно притезање вијака и навртки динамометарским кључем, моментом од 40 Nm.
4. Обележити обојеном тачкицом сваку главу вијка, односно навртку, а затим, кључем, по истом редоследу завити вијке и навртке за 90°.
5. По завршетку претходне операције, по истом редоследу, завити све вијке и навртке за нових 90°.

Тиме је притезање главе цилиндара завршено и није потребно никакво накнадно притезање.

Сваки пут када се одвоји глава цилиндара при поновном уграђивању треба употребити нову заптивку главе цилиндара.

Вијци и увртњи могу бити коришћени три пута, а затим и они морају бити замењени.

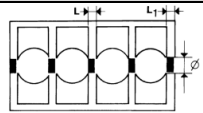
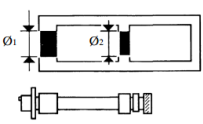
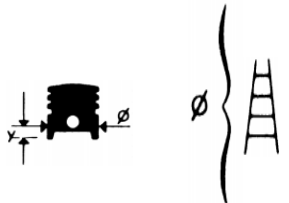
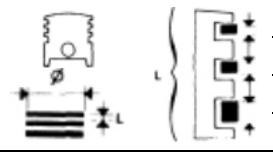
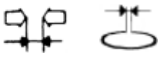


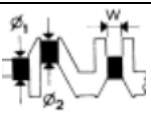
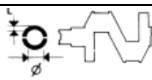
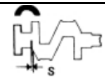
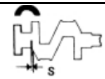
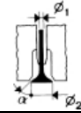
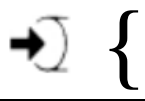
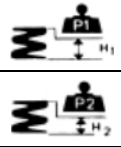
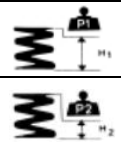
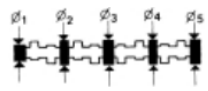
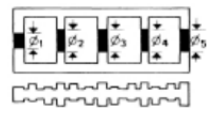
Слика 31: Редослед притезања вијака главе цилиндара

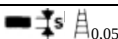
3.8 Мере делова и мере међу деловима мотора

У табели 5 дате су мере делова мотор и мере, зазоре и задоре, које треба остварити међу деловима при склапању мотора.

Табела 5: Мере делова мотора и мере које треба остварити међу деловима

			mm
Блок мотора		L	-
		L ₁	22,140 – 22,200
		Ø	54,507 – 54,520
Пречници чаура помоћног вратила		Ø ₁	38,700 – 38,730
		Ø ₂	35,036 – 35,066
Пречник цилиндра	 $\phi \left(\begin{array}{c} \text{H7} \\ \text{h8} \end{array} \right) 0,010$	Ø	86,400 – 86,440
Клип		Y	25,85
		A	86,351 – 86,369
		B	86,361 – 86,379
		C	86,371 – 86,389
		D	86,381 – 86,499
		E	96,391 – 86,409
Ø >			0,2 – 0,4 – 0,6
Дозвољена разлика маса клипова			± 5 g
Зазор клип – блок цилиндра			0,031 – 0,049
Пречник седишта осовинице клипа		Ø	21,996 – 22,001
Пречник осовинице клипа		Ø	21,991 – 21,995
Осовиница клипа - седиште осовинице			0,001 – 0,01
Ширина седишта клипних прстенова		1	1,530 – 1,550
		2	2,030 – 2,050
		3	3,020 – 3,040
Клипни прстенови		1	1,478 – 1,490
		2	1,978 – 1,990
		3	2,880 – 2,900
		Ø >	0,2 – 0,4 – 0,6
Растојање између крајева прстенова када су уграђени у цилиндар		1	0,30 – 0,45
		2	0,30 – 0,45
		3	0,20 – 0,70
Клипни прстенови – бочне стране канала на клиповима		1	0,040 – 0,072
		2	0,040 – 0,072
		3	0,120 – 0,160
Пречник отвора у малој Ø ₁ и великој Ø ₂ песници клипњаче		Ø ₁	23,939 – 23,972
		Ø ₂	48, 630 – 48, 646
Пречник чауре мале песнице клипњаче		Ø ₁	24,016 – 24,041
		Ø ₂ {	1
2			22,007 – 22,010
Осовиница клипа - чаура			0,012 – 0,019
Клипњача - чаура			0,044 – 1,102

	Главни рукавци	Ø ₁	50,785 – 50,805
	Рукавци клипњача	Ø ₂	45,498 – 45,518
		W	26,975 – 27,025
Полулежајеви коленастог вратила 		L	1,825 – 1,831
		Ø >	0,127 - 0,254 - 0,508 - 0,762 - 1,016
Полулежајеви коленастог вратила – коленасто вратило		S	2,310 – 2,360
Дебљина полупрстенова		S >	0,127
Аксијални зазор коленастог вратила			0,055 – 0,265
Седишта вођица вентила у глави цилиндара 		Ø	13,950 – 13,977
Седишта вентила 		α _{усис}	45°
		α _{издув}	45°
		L	2
Вођица вентила 		Ø ₁	8,022 – 8,040
		Ø ₂	14,040 – 14,058
		Ø ₂ >	0,05 – 0,10 – 0,20 – 0,25
Седиште у глави цилиндра – вођица вентила 			0,063 – 0,108
Вентили 		Ø ₁	7,974 – 7,992
		Ø ₂	36 ^{±0,15}
		α	45° 30'
		Ø ₁	7,974 – 7,992
		Ø ₂	30,5
		α	45° 30'
Вентил – вођица вентила 			0,030 – 0,066
Унутрашње опруге вентила 		P ₁	141 – 151 N
		H ₁	31 mm
		P ₂	264 – 287 N
		H ₂	21,5 mm
Спољашње опруге вентила 		P ₁	366 – 396 N
		H ₁	36 mm
		P ₂	559 – 608 N
		H ₂	26,5 mm
Брегасто вратило 		Ø ₁	29,944 – 29,960
		Ø ₂	47,935 – 47,950
		Ø ₃	48,135 – 48,150
		Ø ₄	48,335 – 48,350
		Ø ₅	48,535 – 48,550
Висина подизања 		усис	9,2
		издув	9,25
Ночач брегастог вратила у глави цилиндара 		Ø ₁	29,898 – 30,014
		Ø ₂	47,980 – 48,005
		Ø ₃	48,180 – 48,205
		Ø ₄	48,380 – 48,405
		Ø ₅	48,580 – 48,605
Седиште подизача 		Ø	37,000 – 37,025

Брегасто вратило – носач у глави цилиндара		0,030 – 0,070		
Подизач вентила		$\varnothing_1$ 36,975 – 36,995		
Подизач вентила-седиште подизача у глави цилиндара		0,005 – 0,050		
Плочица подизача вентила		S 3,250 – 4,700		
Плочица вентила – брегасто вратило		Зазор за контролу довођења у фазу	усис	0,60
			издув	0,65
		Радни зазор	усис	0,40
			издув	0,50
Чаура помоћног вратила		$\varnothing_a$	$\varnothing_a$	35,664 – 35,684
		$\varnothing_b$	$\varnothing_b$	32,000 – 32,020
Чаура блок мотора				Обезбедити увек спој са задором
Рукавци помоћног вратила		$\varnothing_a$	$\varnothing_a$	35,593 – 35,618
		$\varnothing_b$	$\varnothing_b$	31,940 – 31,960
Рукавац помоћног вратила - чаура		$\varnothing_a$	$\varnothing_a$	0,046 – 0,091
		$\varnothing_b$	$\varnothing_b$	0,040 – 0,080

4. Реконструкција мотора

Приликом реконструкције мотора у циљу повећања перформанси, пре свега мора се одредити намена мотора, да ли ће се мотор користити у такмичарске сврхе или ће се користити у свакодневном саобраћају. Такмичарски мотору имају функцију да пре свега буду конкурентни на стази. Такви мотори раде у режиму празног хода и режиму пуног оптерећења, тако да је возна карактеристика у средњем режиму рада занемарљива, као и дуготрајност мотора, јер је битно да мотор функционише једну трку. Реконструкција серијског мотора за такмичарске сврхе се ради у оквиру правилника који дефинишу које је модификације могуће извршити у оквиру класе у којој ће се возило такмичити. У делу 4.1 дат је правилник за форсирање ОТО мотора у оквиру ауто трка у Републици Србији. Са друге стране приликом реконструкције мотора који ће се користити у свакодневном саобраћају, о каквом се и бави овај рад, не постоје правилници, али мотор мора да испуни низ других захтева. Мора се направити компромис између снаге, за коју је потребно ићи у високе обртаје, и возних карактеристика при нижем и средњем броју обртаја. Такође и дуготрајност мотора је једна од веома битних ставки.

До веће снаге мотора долази се реконструкцијом на глави цилиндара (усисно-издувни канали, вентили, комора за сагоревање), брегастим вратилима систему за напајање горивом, издувном систему, Претходно наведено се односи на реконструкцију горњег дела мотора, што доводи до закључка да се само реконструкцијом горњег дела постиже већа снага, ипак и реконструкцијом доњег дела мотора може се добити доста снаге. Реконструкцијом доњег дела мотора (коленасто вратило, клипови, клипњаче) тежи се томе да се губици услед трења смање, односно да се што је могуће мање ефикасне снаге мотора утроши на савладавање отпора.

У наредном делу рада биће представљен поступак реконструкције мотора.

4.1 Преглед правилника за форсиране ОТО моторе у оквиру ауто трка у Републици Србији

4.1.1 Анекс „Ј“ Међународног спортског правилника

4.1.1.1 Члан 254 – специфични прописи за серијска возила (група „N“)

ЧЛАН 1: ДЕФИНИЦИЈА

Туристичка возила масовне серијске производње.

ЧЛАН 2: ХОМОЛОГАЦИЈА

Мора да буде произведен број од најмање 2500 потпуно истоветних возила у 12 узастопних месеци, које FIA хомологује у групи туристичких возила (Група А). Набавне варијанте (VF) са хомологационе листе туристичких возила (Група А) су такође важеће код серијских возила (Група N). Све произвођачке варијанте (VP) важе код серијских возила (Група N). Опционе варијанте (VO) са хомологационе листе туристичких возила (Група А) не важе код серијских возила (Група N), осим ако се односе на:

- Замајац мотора истог пречника и исте тежине као и оригинални, ако и само ако је тај оригинални замајац направљен из два дела;
- Замајац за аутоматски мењач;
- Резервоар за гориво;
- Аутоматски мењач;
- Стаклени кров (шибер) (укључујући и кров са поклопцем);
- Безбедносни кавез;
- Учвршћења и носаче седишта;
- Тачке причвршћења сигурносних појасева;
- Верзија 2/4 врата;

Опционе варијанте возила Super Production (SP) не важе код серијских возила (Група N). Употреба резервоара хомологованих у VO на хомологационом листу за туристичка возила (Група А) мора да се врши под условима наведеним у чл. 5.9.2 Правилника за туристичка возила (Група А), и у чл. 254-6.8. Развојне измене типа (ET), кит варијанте возила (VK) и спортске развојне измене (ES) хомологоване код туристичких возила (Група А) не важе код серијски произведених возила (Група N). Међутим, развојне измене типа и спортске развојне измене хомологоване у Групи А почев од 01.01.1997. године важе у Групи N. [5]

ЧЛАН 6 : МОТОР

6.1. Мотор

- Штитници мотора направљени од пластичног материјала, чија је намена да прикрије механичке компоненте у делу у коме се мотор налази, могу да се уклоне уколико имају само естетску функцију.
- Материјал за звучну изолацију и облоге, који су уграђени испод хаубе и не виде се са спољне стране, могу да се уклоне.
- Кабл акцелератора може да се замени или удвостручи другим каблом, независно од тога да ли га је или не направио произвођач. Кабл који се мења

мора да буде кабл за хитне намене, тј. мора да буде паралелно повезан са серијским каблом акцелератора. Ако је серијско возило опремљено електро-моторним лептиром усисног грла, може да се употреби кит варијанта лептира са механичким командним полугама и сајлама за давање гаса, хомологована у Групи N.

- Могу да се промене завртњи и навоји, под условом да су направљени од челика.
- **Паљење:** Марка и тип свећица, лимитатора обртаја и проводника високог напона су слободни. Електронска контролна кутија и компоненте паљења у електронској контролној кутији су слободне, па ипак систем мора да буде у потпуности механички међусобно заменљив са оригиналном контролном кутијом. Оригинални сноп жица електричне инсталације мора да буде задржан и не сме да се модификује. Сензори и актуатори са стране улаза не смеју да се мењају, као ни њихова функција. Ниједан сензор не може да се дода, чак ни за потребе снимања података. Забрањено је додавати прекидач оригиналном снопу жица између електронске кутије и сензора и/или актуатора. У случају када је модел опремљен вишеструким (multiplex) електричним струјним колом, дозвољена је употреба снопа жица заједно са електронском контролном кутијом, хомологованих у опционалној варијанти VO. Забрањен је сваки систем снимања података осим ако се такав систем налази на хомологованом возилу. Може да се користи само систем бележења података који се налази у серијском возилу. Ни у ком случају исти не може да се мења или да бележи додатне параметре. Дозвољена је употреба само следећих сензора: За температуру воде, температуру уља, притисак уља и број обртаја. Сваки од ових сензора може да се повеже само за једну или неколико јединица са визуелним приказом (које имају способност бележења података) и то уз помоћ система проводника који је потпуно независан у односу на друге проводнике.
- **Систем хлађења:** Слободан избор термостата, као и система за команду и температура на којој се вентилатор укључује. Слободан је и систем забрављивања поклопца хладњака.
- **Карбуратори:** Оригинални систем мора да се задржи. Делови карбуратора који регулишу количину протока горива до коморе за сагоревање могу да се мењају уколико немају никаквог утицаја на довод ваздуха. Улошци за замену ваздушног филтера прихватају се као и оригинални.
- **Убризгавање:** Оригинални систем мора да се задржи. Елементи система за убризгавање који се налазе после уређаја за мерење ваздуха који регулише количину протока горива могу да се мењају, али не и да се замењују, под условом да немају никаквог утицаја на довод ваздуха. Електронска контролна јединица за убризгавање је слободна. Улази у електронску контролну кутију (сензори, актуатори, итд.), укључујући и њихову функцију, морају да остану стандардни. Забрањено је додавати прекидач оригиналном снопу жица између јединице електронске контроле и сензора и/или актуатора. Излази из електронске контролне кутије морају да задрже своје

оригиналне функције према хомологационом листу. У случају када је модел опремљен вишеструким (multiplex) електричним струјним колом, дозвољена је употреба снопа жица заједно са електронском контролном кутијом, хомологованих у опционалној варијанти VO. Неопходно је да сензори који се користе у возилу са вишеструким струјним колом сасвим сигурно могу да се користе у комбинацији са хомологованим снопом жица. Убризгавачи могу да се модификују или замењују како би се изменио њихов проток, али не и принцип функционисања, нити њихове тачке причвршћења. Водови убризгавача могу да се замене другим водовима слободног дизајна, али са конекторима који имају навоје за спајање са водовима и регулатором притиска горива, под условом да је причвршћење убризгавача идентично оригиналном. Улошци за замену ваздушног филтера прихватају се као и оригинални.

- **Подмазивање:** Монтирање преграда у картер за уље је дозвољено. Улошци за замену уљног филтера прихватају се као и оригинални. Код мотора са надпуњењем могуће је извршити замену цеви за подмазивање турбине за надпуњење цевима које су у складу са чл. 253 - 3.2. Те цеви могу такође да буду опремљене одскочним конекторима. Носачи мотора и мењача морају да буду оригинални или хомологовани. Уколико су ти носачи оригинални, материјал еластичног дела носача је слободан.
- **Издув:** Могуће је или одстранити унутрашњост оригиналног пригушивача или мењати издув од почетка првог лонца ка излазу, с тим што су максималне димензије цеви оне које поседује цев смештена према горе (ка мотору) у односу на први пригушивач. Ако је оригинална цев смештена према горе (ка мотору) двострука цев, максимални спољни пречник нове цеви мора да одговара пресеку који је идентичан пресеку те две цеви. Код возила са надпуњењем, могуће је мењати издув од излазне прирубнице турбо-пуњача, где је максимални пресек цеви једнак пречнику улаза у први стандардни пригушивач. Гранична површина између излазне прирубнице турбо-пуњача и издувне цеви може да буде конусног облика. У случају да постоје два улаза у први пригушивач, пресек модификоване цеви мора да буде мањи или једнак збиру два оригинална пресека. На излазу може да буде само једна цев, осим ако се користи оригинални део. Излаз треба да се налази на истом месту као излаз код серијски произведеног издувног система. Ове слободе не смеју да повлаче за собом никакве измене каросерије и морају да поштују прописе који се односе на ниво буке у земљи у којој се такмичење одржава . Дозвољени су додатни делови за монтирање издува. Пригушивач је део издувног система који мора да смањује ниво буке возила при издуву. Попречни пресек пригушивача мора да износи барем 170% од попречног пресека улазне цеви и да садржи материјал који апсорбује буку. Материјал који апсорбује буку може да има облик 45% перфориране цеви или синтетичког пуњења. Дужина пригушивача мора да буде између 3 и 8 пута већа од пречника улаза. Пригушивач може да се набавља као серијски део заварен за цев, али та цев се не сматра делом

пригушивача. Каталитички конвертер се сматра пригушивачем и може да се одстрани. Ако је директно причвршћен на колектор, катализатор може да буде замењен једним делом купастог облика исте дужине и са истим димензијама на улазу и излазу. После овог дела, издув ће бити слободан са пречником цеви који није већи од пречника излаза катализатора. Уколико је каталитички конвертер саставни део издувног колектора, могуће је уклонити само унутрашњи део каталитичког конвертера. Ламбда сонда може да се уклони само ако чини део слободног дела издувне цеви.

- **Заптивка главе цилиндра:** Материјал је слободан, али не и његова дебљина.
- Контролник брзине крстарења: Овај контролник може да буде искључен.
- Само на рели такмичењима: Број цилиндара је ограничен на 6. Радна запремина је ограничена на следећи начин: а) код атмосферских мотора: - 3l максимално за два вентила по цилиндру - 2.5l максимално за више од два вентила по цилиндру б) код мотора са надпуњењем: Номинална запремина је ограничена на максимално 2500 ccm. Систем надпуњења мора да буде у складу са системом надпуњења хомологованог мотора. Сва возила са надпуњењем морају да поседују рестриктор који је причвршћен за кућиште компресора. Сав ваздух потребан за напајање мотора мора да пролази кроз тај рестриктор, који мора да поштује следеће: Највећи унутрашњи пречник рестриктора компресора износи 32 mm, на дужини најмање 3 mm мерећи према доле почев од површине која је вертикална на осу ротације смештене на 50 mm максимално према горе у односу на раван која пролази највишим екстремитетима лопатица ротора компресора. Овај пречник мора да се поштује, какви год да су температурни услови. Спољни пречник рестриктора на нивоу отвора мора да буде мањи од 38 mm и на дужини од по 5 mm с једне и друге стране тог отвора. Монтирање рестриктора на турбокомпресор мора да се изврши тако да се потпуно одстрани два завртња из тела компресора или из рестриктора како би рестриктор могао да се одвоји од компресора. Монтирање завртњем у виду игле није дозвољено. Да би се инсталирао овај рестриктор, дозвољено је уклањање материјала са кућишта компресора и његово додавање, једино с циљем да се осигура причвршћење рестриктора на кућиште компресора. Главе завртња за причвршћивање морају да буду пробушене да би могле да се пломбирају. Рестриктор мора да буде направљен од само једног материјала и може да буде пробушен само за потребе причвршћивања и пломбирања, и то између завртња причвршћивања, између рестриктора (или причвршћења рестриктор/кућиште компресора), кућишта компресора (или причвршћења кућиште/прирубница) и кућишта турбине (или причвршћења кућиште/прирубница). У случају мотора са два паралелна компресора, сваки компресор мора да буде ограничен на максимални улазни пречник од 22.6 mm. Овај рестриктор, обавезан на рели такмичењима, није забрањен на другим такмичењима, ако неки такмичар одлучи да га користи. [5]

4.1.1.2 Члан 255 - специфични прописи за туристичка возила (група "А")

ЧЛАН 5 - ДОЗВОЉЕНЕ ИЗМЕНЕ И ДОДАВАЊА: ОПШТИ УСЛОВИ

Независно од делова за које овај члан предвиђа слободне измене, оригинални механички делови потребни за погон, као и сви делови потребни за њихово нормално функционисање, искључујући сваки део за управљање, кочење или вешање, који су прошли кроз све фазе обраде предвиђене од стране произвођача за серијску производњу, могу да се дотерују финиширањем или стругањем, али не смеју да се замењују. Другим речима, уколико је у свако доба могуће утврдити порекло серијског дела, тај део може да се, путем обраде, бруси, балансира, подешава, смањује или модификује. Уз то, дозвољене су и хемијске и термичке обраде. Међутим, измене дефинисане у горњем параграфу дозвољене су под условом да се поштују подаци о маси и димензијама наведени у хомологационом листу.

СТАВ 5.1 МОТОР

- **Блок цилиндара и глава цилиндара** - Дозвољено је затворити отворе који се не користе у блоку цилиндара и глави цилиндара ако је једина функција те операције затварање. Проширивање унутрашњег пречника од највише 0.6 mm у односу на првобитни унутрашњи пречник је дозвољено, уколико то не доводи до прекорачења запреминске класе мотора. Убацивање кошуљице мотора је дозвољено под истим условима као и код проширивања пречника цилиндра, а материјал кошуљице може да се мења. Кошуљице морају да имају округли унутрашњи пресек и да буду концентричне у односу на цилиндри, суве или мокре и удаљене једна од друге. Дозвољено је равнање (хобловање) блока цилиндара и главе цилиндара. Код ротативних мотора, димензије доводних и издувних цеви у блоку мотора су слободне, под условима да се поштују оригиналне димензије улазних отвора довода и излаза издувног система.
- **Однос компресије** може да се модификује. Код мотора са надпуњењем, тај однос не сме да буде већи од 11.5:1, у било ком тренутку. Уколико је возило хомологовано са већим односом, оно мора да буде модификован тако да не прелази однос од 11.5:1.
- **Заптивка главе цилиндара** - слободна.
- **Клипови** - слободни, као и прстенови, осовине и њихови осигурачи.
- **Клипњаче, радилица** - поред измена које дозвољава параграф "Општи услови", дозвољене су додатне механичке обраде радилице и клипњаче, другачије од оних које се изводе на серијски произведеним деловима.
- **Лежајеви** - њихова марка и материјал су слободни, али морају да задрже оригинални тип и оригиналне димензије.
- **Замајац мотора** - он може да се измени у складу са параграфом "Општи услови", под условом да у свако доба може да се препозна оригинални замајац.
- **Напајање горивом и ваздухом** - цртежи I и II хомологационог листа групе А /В морају да се поштују. Кабл команде гаса и ослонац бужира су

слободни. Филтер за ваздух и његова кутија су слободни. Код возила са атмосферским моторима, пригушна кутија је слободна, али мора да остане у одељку за мотор. Ваздушни филтер, као и његова кутија, могу да се демонтирају, преместе у простор мотора или замене другим. Само на рели такмичењима, могуће је исећи део преграде моторног простора за уградњу једног или више ваздушних филтера или улазне цеви за ваздух. Ипак, таква исецања морају да буду строго ограничена на делове неопходне за ту инсталацију. Штавише, уколико је цев за ваздух којим се проветрава кабина у истој зони као и улазна цев за ваздух за мотор, ова зона мора да буде изолована од кућишта филтера за ваздух, за случај пожара. Цев између ваздушног филтера и карбуратора (једног или више) или уређаја за мерење ваздуха (убризгавање) је слободна. Исто тако, цев која везује уређај за мерење ваздуха и колектор довода или система за надпуњење је слободна. Пред улаз за ваздух може да се стави решетка. Елементи намењени заштити животне средине могу да се демонтирају, под условом да то не води повећању количине дозвољеног ваздуха. Пумпе за гориво су слободне. Оне не могу да буду инсталиране у кабини, осим ако су ту оригинално постављене, и у том случају морају да буду ефикасно заштићене. Филтери за бензин, појединачног капацитета од највише 0.5 l, могу да се додају колу бензинског напајања. Команда акцелератора је слободна. Оригинални измењивачи топлоте и међухладњаци или сваки други уређај који има исту функцију, морају да се задрже и остану на свом оригиналном месту, што значи да њихови носачи и њихови положаји морају да остану оригинални. Цеви које повезују уређаје за надпуњење, међухладњак и колектор су слободне (под условом да остану у одељку за мотор), али њихова једина функција мора да буде каналисање ваздуха и спајање разноврсних делова. Штавише, код мотора са надпуњењем, укупна запремина између рестриктора и пригушног поклопца (или пригушних поклопаца) не сме да прелази 20 l. У случају међухладњака типа ваздух/вода, цеви које повезују међухладњак и његов хладњак су слободне, али њихова једина функција мора да буде каналисање воде. Забрањена је употреба свих система за распршивање воде у међухладњак. Забрањена је употреба свих система за убризгавање воде у усисну грану и/или међухладњак. Унутрашње димензије отвора су слободне у коморама ротора за ротативне моторе, као и за двотактне моторе. Ременица компресора типа "G" је слободна.

Само на афричким рели такмичењима: Могуће је направити отвор максималног пречника од 10 cm на плашту мотора, како би се мотору обезбедио ваздух, и поставити цев максималног унутрашњег пречника од 10 cm у тај отвор.

- **Карбуратор** - Карбуратори су слободни, али мора да се поштује њихов оригинални број, њихов принцип функционисања, као и да се сачува

њихова оригинална локација. Осим тога, пречник и број пригушних поклопаца, како је то наведено у хомологационом листу, морају да се поштују.

- **Убризгавање** - Оригинални систем и његов тип, као и његова локација, како је то наведено у хомологационом листу возила (као што је К-Јетронис), морају да се задрже. Дозвољено је мењање елемената уређаја за убризгавање који регулише дозирање количине бензина у мотору, али не и пречник отвора пригушног поклопца. Уређај за мерење ваздуха је слободан. Убризгачи су слободни, изузев њиховог броја, њиховог положаја, њихове осе монтирања и њиховог принципа функционисања. Цеви које их напајају бензином су слободне. Електронска кутија је слободна у мери у којој не укључује више података. Регулатор притиска бензина је слободан.
- Ограничење за рели такмичења - број цилиндара је ограничен на 6.
Радна запремина је ограничена на следећи начин:
 - а) За атмосферске моторе :
 - 3 l максимално за два вентила по цилиндру
 - 2.5 l максимално за више од два вентила по цилиндру

Сва возила са два погонска точка, са радном запремином већом од 1600 cm^3 , која користе делове хомологоване у Кит варијанти (VK) морају да имају уграђен улазни рестриктор у складу са хомологационим листом.

б) За моторе са надпуњењем: Номинална запремина је ограничена на највише 2500 cm^3 . Систем надпуњења мора да буде као код хомологованог мотора. Сва возила са надпуњењем морају да имају један граничник причвршћен на кућиште компресора. Сав ваздух потребан за напајање мотора мора да пролази кроз тај граничник, који мора да поштује следеће: Максимални унутрашњи пречник граничника је 34 mm, на дужини од најмање 3 mm, мерено према доле почев од површине која је вертикална на осу ротације и налази се највише 50 mm према горе у односу на раван која пролази кроз највише екстремитете лопатица ротора. Овај пречник мора да се поштује, без обзира на температурне услове. Спољни пречник граничника на нивоу отвора мора да буде мањи од 40 mm и на дужини од 5 mm с једне и друге стране осе соничног отвора. Монтирање граничника на турбокомпресор мора да буде извршено тако да се два завртња у потпуности одстрани из тела компресора или граничника, како би граничник могао да се одвоји од компресора. Монтирање игличастим завртњем није дозвољено. Да би се инсталирао овај граничник, дозвољено је скинути материјал са кућишта компресора и додати га са јединим циљем да се осигура причвршћење граничника на кућиште компресора. Главе завртњева за причвршћење морају да се пробуше да би могле да се пломбирају. Граничник мора да буде направљен од само једног материјала и може да буде пробушен само за причвршћење и пломбирање, које мора да се изврши између завртња причвршћења, између граничника (или причвршћења граничник/кућиште компресора), кућишта компресора (или причвршћења кућиште/прирубница) и кућишта турбине или причвршћења кућиште/прирубница. Код возила са дизел мотором,

граничник мора да има максимални унутрашњи пречник од 37 mm и спољашњи пречник од 43 mm, под горе наведеним условима (величина овог пречника може да буде проверена у било ком тренутку, без претходне најаве). У случају мотора са два паралелна компресора, сваки компресор мора да буде ограничен једним граничником чији је унутрашњи пречник највише 24.0 mm, а спољни највише 30 mm, под горе наведеним условима. Овај граничник, обавезан на рели такмичењима, није забрањен на другим такмичењима, ако неки такмичар одлучи да га користи.

- **Брегасто(а) вратило(а)** - Слободна(слободне), осим њиховог броја и броја лежишта. Дозвољено је додавање лежишта кошуљице лежиштима, али њихове ширине не смеју да буду веће од оних код оригиналних лежишта. Регулисање развођења је слободно. Ременици, ланци и каишеви за покретање брегастог вратила су слободни у погледу материјала, типа и димензија. Материјал зупчастог преноса, зупчаника спојених за брегасто вратило је слободан. Ход и број каишева и ланаца су слободни. Такође су слободни вођење и затезачи везани за ове ланце или каишеве, као и заштитни поклопци.
- **Вентили** - Материјал и облик вентила су слободни, као и дужина стабла вентила. Карактеристичне димензије наведене у хомологационом листу морају да се задрже, укључујући и углове оса вентила. Ход вентила је слободан. Када се ради о ротативним моторима, што се тиче отвора главе цилиндра (унутрашња страна мотора), само димензије које су унете у хомологациони лист морају да се поштују. Шеширићи, кајле и вођице (чак и ако не постоје као оригиналне), не подлежу никаквом ограничењу. Дозвољено је додавање подлошки испод опруга вентила. Материјал седишта је слободан.
- **Клацкалице и потискивачи** - клацкалице могу да се измене само у складу са чланом 5 напред наведених "Општих услова". Пречник потискивача, као и облик потискивача и клацкалица су слободни, али клацкалице морају да буду међусобно замењиве са оригиналним. Могуће је користити калибрисане уметке за регулисање.
- **Паљење** - Бобина(е) за паљење, кондензатор, разводник паљења, прекидач паљења и свећице су слободни, уколико систем паљења (батерија/намотаји или магнетноелектрични уређај) остане исти као онај који је предвидео произвођач за дотицни модел. Монтирање електронског паљења, чак и без механичког прекидача, дозвољено је под условом да ниједан механички део, осим оних који су горе наведени, не буде измењен или замењен, изузев радилице, замајца или ременице радилице, код којих ће измене бити ограничене само на неопходна додавања. У истим условима биће могуће заменити електронско паљење механичким паљењем. Број свећица не може да се мења. Број бобина је слободан.
- **Хлађење** - Под условом да је постављен на оригинално место, хладњак и његова учвршћења су слободни, као и цеви које га повезују са мотором.

Монтирање заштитног застора хладњака је дозвољено. Вентилатор и његов погонски систем могу да се мењају слободно или да се демонтирају. Дозвољено је додати један вентилатор по функцији. Термостат је слободан. Димензије и материјал турбине/вентилатора су слободне, као и њихов број. Монтирање скупљача воде за хлађење је дозвољено. Чеп хладњака може да буде забрављен. Експанзиона комора може да буде промењена. Ако не постоји оригинална, може да се дода једна таква комора. [5]

- **Подмазивање** - Хладњак, измењивач за уље/воду, цеви, термостат, картер за уље и филтери пумпе су слободни, без мењања каросерије. Број филтера пумпе је слободан. Погонски однос и унутрашњи делови уљне пумпе су слободни. Стопа протока може да се повећа у односу на оригинални део. Притисак уља може да се повећа мењањем опруге вентила за пражњење. Кућиште уљне пумпе и њен поклопац, уколико га има, као и њихова позиција унутар картера за уље морају да буду оригинални, док унутрашњи део кућишта и његов поклопац, уколико га има, могу да се обрађују. Дозвољено је монтирање затезача ланца уљне пумпе. Додавање цеви за уље је дозвољено унутар блока мотора и те цеви могу да се користе за распршивање уља. Те цеви за уље не смеју да имају структуралну функцију. Оне могу да имају вентил за контролу протока само када их поседује серијски блок мотора (број и тип вентила мора да буде идентичан броју и типу вентила оригиналног серијског мотора). Монтирање хладњака за уље изван каросерије дозвољава се само испод хоризонталне равни која пролази средином точкова и то тако да не прелази општи опсег возила виђеног одозго, онако како је постављено на линији старта, без мењања каросерије. Монтирање хладњака за уље на тај начин не дозвољава додавање неке аеродинамичке структуре-омотача. Сви ваздушни доводи морају да имају једини циљ да доведу ваздух потребан за хлађење хладњака и не смеју да имају аеродинамички ефекат. Ако је систем за подмазивање отвореног типа, мора да постоји посуда за прикупљање избаченог уља. Код возила запремине једнаке или мање од 2000 cm^3 , запремина посуде мора да буде 2 l , а ако запремина мотора прелази 2000 cm^3 , запремина ове посуде мора да буде 3 l . Ова посуда мора да буде од пластике или да има једно провидно поље. Могуће је монтирање једног сепаратора за ваздух/уље изван мотора (максималног капацитета 1 l). Враћање уља из ове посуде према мотору мора да се врши само путем силе теже. Дозвољено је монтирати вентилатор за хлађење уља у мотору, али он не сме да садржи у себи аеродинамичке ефекте.
- **Мерач уља** - је слободан с тим што мора да буде присутан у сваком тренутку и нема другу функцију. Може да се помери са своје оригиналне позиције.
- **Филтер за уље** - обавезно је монтирање филтера за уље или кертрица, у радном стању, и целокупни проток уљу мора да се врши кроз тај филтер

или кертриџ. Филтер или кертриџ су слободни, под условом да могу да замене оригинални филтер или кертриџ.

- **Мотор - вешање - нагиб и положај** - Носачи су слободни (али не и њихов број) под условом да нагиб и положај мотора унутар његовог простора не буду измењени, те да се поштују чланови 5.7.1 и 5. Општих услова. Носачи могу да буду заварени за мотор или за каросерију и њихов положај је слободан.
- **Издувни систем** - Цртежи III и IV хомологационог листа групе A/B морају да се поштују. Уређај за издување је слободан после излаза на доле из издувне гране под условима да то не доведе до повећања звучног нивоа изнад оног који је прописан у земљи(ама) кроз коју(е) се пролази у току такмичења, уколико се ради о такмичењу на отвореном путу. Излажење издувних гасова треба да се врши унутар пераметра возила (видети Опште услове, члан 252-3.6). Код WRC возила мора да се постави ефикасни топлотни екран око издува како би се избегла прекомерна топлота око издувног лонца и могуће цурење каналисало ка хладнијим деловима возила. Код возила са турбо-компресорским мотором, издувни лонац може да се мења само иза турбо-компресора. Код ротационих мотора, под условом да се поштују оригиналне димензије улазних отвора издувних колектора, димензије цеви у колектору су слободне. Дозвољено је монтирање термичких екрана на издувни колектор, турбо-компресор и издувни уређај, али њихова једина функција мора да буде термичка заштита. Код атмосферских мотора: Проток гаса никада не сме да се мења помоћу електронске или механичке контроле. Код мотора са надпуњењем: Проток гаса може да се мења само помоћу вентила за подешавање и/или команде за убризгавање свежег ваздуха у издувни колектор.
- **Ременице, каишеви и ланци за погон уређаја смештених изван мотора** - Материјал, тип и димензије ременица, каишева и ланаца за погон уређаја ван мотора су слободни. Дужина хода и број каишева и ланаца су слободни.
- **Заптивке** - По слободном избору.
- **Опруге у мотору** - Нема ограничења у погледу опруга, с тим што морају да сачувају свој оригинални принцип функционисања.
- **Електропокретач** - Мора да буде задржан, али марка и тип су слободни.
- **Притисак надпуњења** - Овај притисак може да се мења према члану 5.1.19. и члану 5. Општих услова. Веза између кућишта и вентила за подешавање може да се подешава, ако оригинално није таква. Оригинални систем функционисања вентила за подешавање може да се мења и да се учини подесивим, и тај систем мора да буде задржан. Механички систем мора да остане механички, електрични систем мора да остане електрични, итд.
- **Затварач (Забрављиви завртањ)** - Затварач може да се користи једино у циљу причвршћивања поклопца на блок мотора и главу цилиндара.

Овај затварач ни у ком случају не сме да се користи за причвршћивање других делова. [5]

4.1.2 Анекс „А“ – Технички услови за возила у Шампионату Србије за 2012. годину

4.1.2.1 Ауто трке на кружним стазама

На такмичењима могу да учествују хомологирани аутомобили према одредбама Додатка "Ј" Медународног спортског правилника и званичних билтена FIA за 2012. годину, осим у класи Super Sport као и уз изузетке дефинисане овим Анексом.

Класа V - од 1401 ccm до 1600 ccm – “Super Sport”

Право учешћа имају возила из серијске производње, са тим што ће називна марка такмичарског возила бити према произвођачу каросерије. За возила из ове класе примењиваће се у потпуности члан 253. Анекса "Ј" , с тим што “roll bar” мора бити по сликама од бр.253-7 па навише. Такође важе и следећи услови:

- **Каросерија:** Слободног произвођача великосеријске производње. Основ за утврђивање великосеријске производње је предходна хомологација групе N, A или потврда произвођача, што обезбеђује сам возач. Унутрашња структура шкољке не сме да се мења. За све спољне елементе каросерије (хаубе, блатобрани, врата и бочне оплате) могу да се користе и други материјали који се употребљавају у ауто индустрији (кевлар, карбон, полиестер, алуминијум, лим и слично) и у том случају измењени елементи морају да прате првобитан облик каросерије (осим блатобрана који се могу надоградити због повећања ширине трага точкова). Точкови морају да буду смештени под каросеријом. Дозвољена је изградња браника, фарова и украсних елеманата и промена материјала свих стакала, осим предњег ветробранског стакла (шофершајбне) које мора бити хомологирано, осим ако је од поликарбоната, онда мора да буде обложено тврдим материјалом и прописно означено. Минимална дебљина је 6 mm, и дозвољена је уградња додатних сигурносних причвршћивача под условом да они не утичу на побољшање аеродинамичних квалитета возила. Каросерија се може припремати на начин који је дозвољен за возила групе N, A, ST, Kit Car и WRC. Дозвољава се прорезивање задње лимене маске као и пожарног зида у мањем обиму, а искључиво ради проласка цеви издувног система. Дозвољава се дорада предње маске ради уградње измењивача топлоте већих димензија. Дозвољено је додавање аеродинамичких елемената, али они морају да буду само редизајнирани делови основне каросерије (на пример: дорађени предњи или задњи браник, крило, сајтне, продужени кров). Дозвољена је употреба само једног спојлера смештеног на задњем делу возила (иза средишне попречне осе). Дозвољено је учествовање

само оним возилима са спуштеним кровом која су већ учествовала на такмичењима и поседују Техничку књигу.

- **Мотор:** Запремина искључиво атмосферског мотора је од 1401ccm до 1600 ccm. Смештај мотора и елемената трансмисије мора да задржи позицију из хомологације или оригиналне фабричке документације великосеријске производње (Пример: мотор је смештен или НАПРЕД, или ЦЕНТРАЛНО, или ПОЗАДИ).
- **Пумпа за гориво:** Мора да одговара у свему прописима за возила групе "А" (чл.255).
- **Минимална маса возила:** Минимална маса возила мора да износи: најмање 650 kg за возила које покреће мотор са 2 вентила по цилиндру, односно 800 kg за возила које покреће мотор са више од 2 вентила по цилиндру. [5]

4.1.2.2 Ауто трке на брдским стазама

Класа V - до 1400 ccm група E1

Класа VI - од 1401ccm до 1600 ccm група E1

Класа VII - од 1601ccm до 2000 ccm група E1

Важе правила која су дата у Анексу "А" за 2012. годину у класи Super Sport (за кружне трке), осим тежине возила која се одређује према запремини мотора. Дозвољено је учешће возилима са турбо пуњачима, с тим што се укупна радна запремина мотора обрачунава према коефицијентима које одређује Анекс "Ј" FIA (1,7 за бензинске моторе или 1,5 за дизел моторе).

Минималне тежина возила, без возача у затеченом стању су следеће:

- до 1400 ccm - 650 kg за два вентила по цилиндру
 - 700 kg за више од два вентила по цилиндру
- од 1401ccm до 1600 ccm - 650 kg са два вентила по цилиндру
 - 800 kg са више од два вентила по цилиндру
- од 1601ccm до 2000 ccm - 1000 kg са погоном на једну осовину
 - 1040 kg са погоном на две осовине [5]

4.2 Главни моторни механизам

Многи високе перформансе повезују са модификацијама на глави цилиндара, брегастим вратилима, карбураторима (убризгавању) и издувним системима. Међутим много сакривене снаге може се добити правилном и добром припремом главног моторног механизма. Треба нагласити да се баш у доњем делу мотора највише снаге губи трењем. Самим тим све што се уради у циљу побољшања прецизности и уклапања компонената, враћа се кроз снагу која би се у супротном трошила на савлађивање силе трења. Ово је и део мотора у којем се, у зависности од буџета, могу применити високотехнолошке облоге у циљу даљег смањења губитака услед трења. Додатно се постиже и већа поузданост.

4.2.1 Клипњаче

Реконструкцији клипњача треба приступити веома обазриво из разлога јер су клипњаче изузетно механички оптерећене. Реконструкција клипњача се ради из два разлога: први разлог је смањење сила инерције ротационих и транслаторно ротационих маса, што се постиже олакшавањем мале и велике песнице клипњаче и други разлог је повећање димамичке издржљивости што се постиже полирањем површина клипњаче. Полирањем се са површине дела уклањају неравнине које чине низ ситних спољашњих извора концентрације напона.

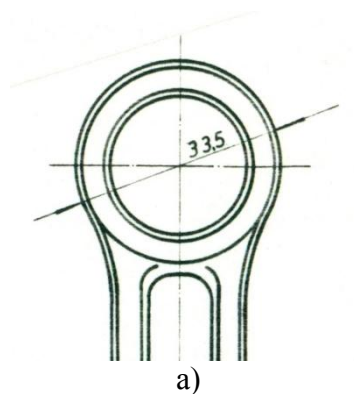
Још једна веома битна ствар приликом реконструкције клипњача је уједначавање маса клипњача. За мотор DMB 128A6 према фабричким подацима дозвољено је одступање од $\pm 5 \text{ g}$ између клипњача. При реконструкцији тежи се томе да масе клипњача буду једнаке. У реалним условима толеранција одступања масе клипњача доводи се на $\pm 0.5 \div 1 \text{ g}$. Поред тога битно је уравнотежити клипњаче, односно да маса буде у истој размери расподељена, поредећи клипњаче, на велику и малу песницу.

4.2.1.1 Олакшавање клипњача

Олакшавање клипњача подразумева скидање материјала са клипњаче и то највећим делом са велике и мале песнице. Додатно олакшавање постиже се каснијим полирањем клипњача. Клипњаче треба измерити пре обраде како би се имао увид у стање маса клипњача. Из табеле 6 види се да постоје разлике у масама клипњача мотора који се ради, и да је она су границама које је фабрика прописала.

Табела 6: Маса клипњача

Клипњача	I	II	III	IV
Маса (g) пре обраде	641	645	642	640



Слика 34: Обрада мале песнице клипњаче, технички цртеж а) [7] и изглед меле песнице клипњаче након обраде б)

У табели 7 дате су масе клипњача пре и после обраде. Из наведене табеле може се видети да је маса клипњача у просеку редукована за око 60 g, што представља значајно смањење масе.

Табела 7: Маса клипњача пре и после обраде

Клипњача	I	II	III	IV
Маса (g) пре обраде	641	645	642	640
Маса (g) након обраде	585	587	584	584



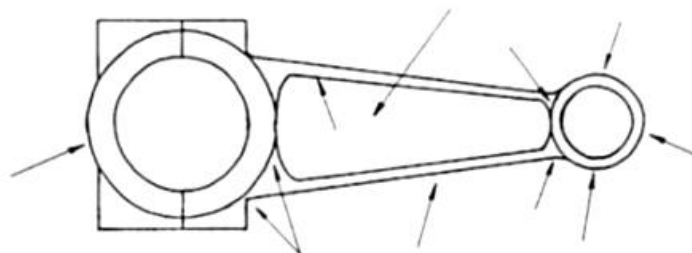
Слика 35: Мерење масе клипњаче након обраде

4.2.1.2 Полирање клипњача

Полирањем клипњача се са површине уклањају неравнине које чине низ ситних спољашњих извора концентрације напона и постиже хомогеност површина целе клипњаче. Приликом полирања клипњача обратити пажњу на следеће:

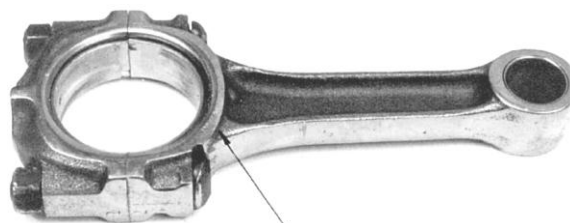
- клипњаче полирати уздужно не попречно
- обратити пажњу на места концентрације напона, као што су прелази стабла клипњаче на велику и малу песницу, места вијака поклопца велике песнице (слика 36)

- обратити пажњу да се не направе оштећења на површини клипњаче која могу представљати потенцијално место концентracије напона, што може изазвати лом клипњаче
- оштре ивице ублажити што је више могуће



Слика 36: Кључна места концентracије површинског напона [3]

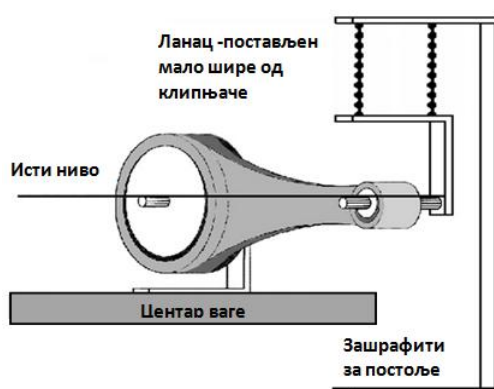
На слици 37 приказана је клипњача која је неправилно полирана. На њој се јасно виде трагови оштећења на полираној површини, као и места на прелазу велике и мале песнице која нису исполирана.



Слика 37: Неправилно полирана клипњача

4.2.1.3 Балансирање клипњача

Да би главни моторни механизам био динамички уравнотежен неопходно је уједначити положаје тежишта свих клипњача. За балансирање клипњача потребно је направити постоље као што је приказано на слици 38.



Слика 38: Изглед постоља за баласирање клипњача

Балансирање се врши тако што се клипњача постави на постоље као што је приказано на слици 39 и на ваги очита део масе клипњаче ослоњен на малу песницу. Исти поступак се понавља за све четири клипњаче.



Слика 39: Баласирање клипњача

Клипњача са најмањом масом мале песнице се узима као референтна. Узима се најлакша јер је једноставније скинути материјал са тежих клипњача, него додавати материјал лакшим. Маса малих песница клипњаче дате су у табели 8.

Табела 8: Маса мале песнице клипњаче

Клипњача	I	II	III	IV
Маса (g)	161	160	162	161

Како је маса мале песнице II клипњаче најмања она се узима за референтну. За довођење на исту масу материјал се скида са врха мале песнице.

Након што су масе малих песница доведене на исту меру, 160 g, мери се укупна маса клипњаче. Укупне масе клипњача је дата је у табели 9.



Слика 40: Мерење масе клипњаче клипњача

Табела 9: Маса клипњача након модификовања

Клипњача	I	II	III	IV
Маса (g)	565	563	564	564

Пошто су масе малих песница клипњача међусобно једнаке, а укупна маса клипњача се разликује, значи да је за уравнотежење клипњача, разлику у маси потребно скинути са велике песнице клипњаче и то са поклопца велике песнице. И у овом случају се за референтну клипњачу узима клипњача са најмањом масом.

Када се изједначе и укупне масе, у циљу провере да није дошло до дебаланса, измерити масе мале песнице клипњаче и проверити да ли су једнаке. Након овог корака клипњаче су уравнотежене и спремне за уградњу.



Слика 41: Клипњача спремна за уградњу

4.2.2 Клипови

Реконструкција клипова односи се пре свега на чело клипа и изједначавање маса клипова. Обзиром да чело клипа представља део коморе за сагоревање потребно је обратити пажњу на потенцијална места настанка ненормалног сагоревања.

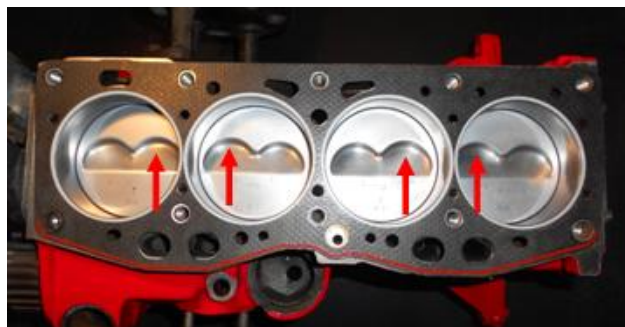
4.2.2.1 Реконструкција чела клипа

Мотор DMB 128A6 запремине 1298 cm^3 има добру особину да приликом оштећења зупчастог каиша постоји веома мала шанса да искриви вентиле тј, да клипови ударе у вентиле. Такву особину има јер на клиповима постоје удубљења која обликом и пречником одговарају положају и пречнику вентила. Пошто су при модификовању мотора уграђени вентили већег пречника потребно је удубљења на клиповима додатно обрадити како не би дошло до контакта између клипова и вентила и тиме задржала наведена повољна особина мотора.

Стандарни вентили су димензија печурке 36 mm усисни и 31 mm издувни, а уграђени су вентили пречника печурке $39,5 \text{ mm}$ усисни и 33 mm издувни. Потребно је обрадити само удубљења усисних вентила и то из следећег разлога: оба удубљења стандардних клипова су димензија које оговарају већим (усисним) вентилима, тако да клип може да се стави у било који цилиндар. Да су удубљења израђени према положају и димензијама вентила, постојале би два типа клипова: клипови за I и III цилиндар и клипови за II и IV. На овај начин би се само искористио процес производне и повећала могућност грешке уградњом погрешних клипова у цилиндру. Пошто су нови издувни вентили пречника печурке 33 mm , мањи од стандардних усисних вентила пречника печурке 36 mm , значи да удубљења на клиповима одговарају наведеним вентилима. Нови усисни вентили имају пречник печурке $39,5 \text{ mm}$ који је већи од стандардних усисних 36 mm , тако да је као што је већ неведено, потребно додатно обрадити удубљења који су наспрам усисних вентила.

Цилиндри у блоку мотора су обрађени према клиповима, тако да након обраде сваки клип има своје место у одређеном цилиндру блока. Из овог разлога је битно водити рачуна која удубљења на клипу треба обратити. На

слици 42 означено је која удубљења треба обрадити. Удубљења је потребно „упустити“ за 2 mm у односу на постојеће.



Слика 42: Обрада клипова

Када се клип обради, са чела клипа потребно је уклонити сва потенцијална места која могу да изазову настанак ненормалног сагоревања. Ненормално сагоревање може оштетити мотор, што посебно може бити опасно када се ради о форсираним моторима, код којих је повећан степен компресије, што је случај код мотора који се описује.

На челу клипа који се уграђује у дати мотор постоји неколико опасних зона на које треба обратити пажњу, а које су приказане на слици 43.



Слика 43: Потенцијална места настанка ненормалног сагоревања на челу клипа

Ове зоне се могу обрадити брусним папиром или чеоном брусницом. Након што се обраде све критичне зоне, површину чела клипа исполирати. Полиране површине мање апсорбују топлоту, што у случају мотора смањује топлотне губитке.

Клип је израђен од (легуре) алуминијума, а полирање се почиње са сувим брусним папиром П400, па затим воденим П600, П1000, П2000 и на крају средством за полирање алуминијума. Циљ је добити уједначену и високо полирану површину чела клипа (слика 45).

4.2.2.2 Изједначавање маса клипова

Дозвољена одступања масе клипова према фабричким подацима су ± 5 g. Мерењем добијене масе клипова приказане у табели 10.

Табела 10: Маса клипова након обраде чела клипа

Клип	I	II	III	IV
Маса (g)	391	393	390	392

Иако су ове вредности у границама које је прописала фабрика, маса клипова се доводи у границу $\pm 0,5$ g. Као референтни клип узима се клип са најмањом масом, у овом случају III клип. Изједначавање маса клипова врши се скидањем материјала, обрадом, доњег чеоног дела ушица, као што је приказано на слици 44.



Слика 44: Обрада клипа у циљу изједначавања масе

Након што се масе клипова доведу границу толеранције, клипови су спремни за уградњу у мотор.



Слика 45: Клип спреман за уградњу

4.3 Глава цилиндара

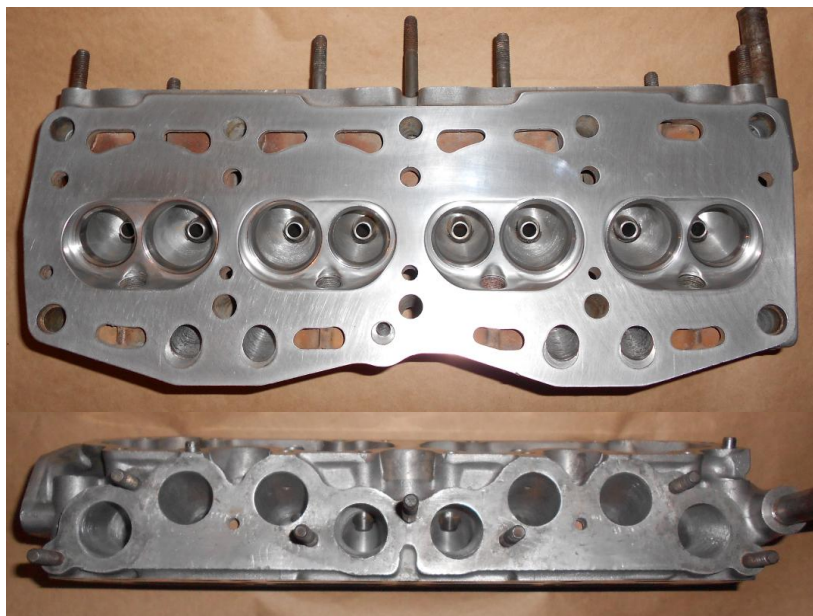
Реконструкција главе цилиндара представља један од најзначајнијих захтева приликом модификовања мотора односно повећања снаге, па се слободно може рећи да је „снага у глави“. Наиме модификовањем главног моторног механизма тежи се томе да се губици у том делу мотора сведу на минимум, док се модификовањем главе цилиндара постиже повећање снаге. Ревизија главе цилиндара подразумева следеће:

- чишћење
- провера исправности главе (постојање неправилности, пукотина, ...)
- обрада вентила
- обрада седишта вентила
- провера и по потреби замена вођица вентила
- обрада (равњање) површине главе која належе на блок мотора

Реконструкција главе цилиндара подразумева све претходне кораке, с тим што је за повећање снаге, обраду одређених делова главе цилиндара потребно извршити на специфичан начин. Приликом реконструкције главе цилиндара мотора који је тема овог рада урађени су следећи захвати.

- реконструкција усисних и издувних канала
- уградња вођица вентила специјалне изведбе
- уградња седишта вентила специјалне изведбе
- уградња вентила већег пречника
- реконструкција коморе са сагоревање

Све наведене модификације се раде у циљу повећања степена пуњења.

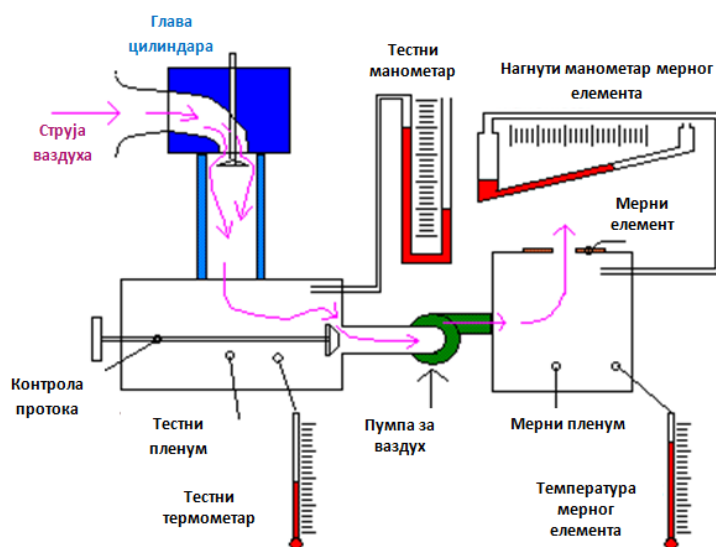


Слика 46: Глава цилиндара

4.3.1 Реконструкција усисних и издувних канала у глави цилиндара

Теоријски важи да цев већег пречника има већи проток, јер може пропустити више ваздуха и у складу са тим пречнике усисних и издувних канала у глави цилиндара треба повећати колико год је то могуће. Међутим канали се не могу посматрати као једноставна цев јер на крају канала стоји вентил који се отвара и затвара. Тако да постоје многи параметри који утичу на сам проток: пречник и облик канала, пречник и облик вентила, пречник и облик седишта вентила, облик коморе за сагоревање, ..., . Због тога је приликом реконструкције усисно издувних канала потребно узети у обзир све наведене параметре.

Најбољи начин за проверу протока канала у глави је коришћење уређаја за мерење протока. На слици 47 приказана је шема уређаја за мерење протока, а на слици 48 изглед уређаја за мерење протока. Коришћењем овог уређаја може се одредити тачан проток флуида кроз канале главе цилиндара при различитим вредностима подизања вентила као и то како одређена модификација утиче на проток.



Слика 47: Шема уређаја за мерење протока



Слика 48: Уређај за мерење протока SuperFlow SF-600

Нажалост при изради овог рада није постојала могућност коришћења оваквог уређаја, тако да је реконструкција усисних и издувних канала главе цилиндара рађена на основу правилника за форсирање ото мотора у оквиру ауто трка у Републици Србији и искустава и савета особа који се баве припремом мотора за ауто трке.

4.3.1.1 Проток и брзина струјања кроз канале

Највише дискусије о промени пречника канала у глави, своди се на добијање већих вредности протока. Ако би само веће вредности протока биле кључ повећања снаге онда би теорија „веће је боље“ важила, међутим није тако. Битна ствар за постизање доброг протока је у брзини протока кроз канале и ефикасности протока.

Уколико је усисни канал модификован тако да има добар проток са минималном обрадом канала, онда обзиром да већа количина ваздуха протиче кроз канал приближно истог пречника добија се да је брзина повећана. Превелика брзина може ограничити максималну снагу, док премала брзина може смањити снагу дуж читаве криве снаге.

Канал мали пречник – велика брзина повећава степен пуњења на крају усисног такта што повећава запреминску ефикасност. На карбураторским моторима мања запремина усисног канала побољшава одзив мотора на гасу због тога што има мањи ефекат пригушења при усисном такту. Мање пригушење побољшава распршивање горива из додатног (или другог) вентурија, што за узврат помаже дистрибуцију горива и ефикасност паљења. Високе брзине у усисном каналу такође поспешују распршивање горива и смањују могућност прекида довода горива и формирање капљица горива на зидовима канала. Све претходно наведено употпуњено са пажњом о правилном опструјавању флуида око вентила побољшава вртложење унутар коморе за сагоревање и повећава ефикасност сагоревања, што даље води до онога што се жели постићи – производњи веће снаге.

Брзина флуида унутар издувног канала такође је веома важна. Мала брзина флуида кроз издувни канал може узроковати малу снагу у доњем делу криве. Када се усисни вентил отвори струја издувних гасова обезбеђује енергију да иницира проток поред усисног вентила много пре него што клип почне да се креће ка УМТ. Ако је брзина издувног канала мала, испирање коморе за сагоревање је изгубљено током периода преклапања вентила.

Кључно за прављене ефикасних канала, усисних и издувних, јесте ефикасно струјање ваздуха око препрека (углова, кривина). Ваздух, иако лаган, има масу тако да на њега утиче инерција док се креће кроз канал и захтева малу брзину да испољи тенденцију да се креће праволинијски, а не око кривине (кривине, угла). Када струја ваздуха наиђе на оштру кривину унутар канала неће се кретати уз зид канала са малим радијусом, већ ће тежити да се држи уз зид канала са већим радијусом. Ово значајно смањује проток канала, јер за струју ваздуха ово представља реално сужење унутар канала. Ефикасан ток струје ваздуха кроз канал своди се на два фактора:

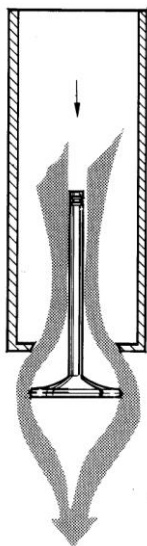
1. прављене кривина са што већим радијусом, и
2. повећање попречног пресека канала довољно да се смањи брзина ваздуха и на тај начин побољша проток

4.3.1.2 Опструјавање флуида око вентила

Ставка која је веома битан део реконструкције усисно-издувних канала главе цилиндара је опструјавање флуида око вентила. Већ је објашњено кретање ваздуха (флуида) око кривина и како се са малим радијусима кривина значајно смањује проток.

Динамика протока ваздуха око препрека је од кључног значаја за постизање доброг проток кроз канал. Веома је битно имати у виду да је печурка вентила највећа препрека на путу кретања флуида, због тога што се налази у средини струје протока, тако да флуид мора проћи око печурке вентила пре него што уђе у комору за сагоревање.

Дим који тече кроз праву цев на чијем се крају налази вентил показује како струја ваздуха ствара типичан облик купе изнад и испод печурке вентила (слика 49). Када проток кроз канал постане бољи и брзина протока се повећа, купе постају краће.



Слика 49: Опструјавање око печурке вентила [3]

Друга битна ставка је да уколико нешто наруши формирану област купа са било које стране печурке вентила, као што је мали попречни пресек канала или смањење малог радијуса канала, онда је укупан проток канала значајно смањен. Да би се добио максимални проток било ког канала, купе протока не смеју бити нарушене на било који начин.

Веома је битно да се приликом реконструкције главе цилиндара обезбеди да углови и ширина канала, бочне и водеће ивице канала, а нарочито печурка вентила буду правилно обрађени. Ово је значајно због тога што ови фактори имају јак позитиван утицај на формирање наведених купа приликом опструјавања око вентила.

Неки од фактора који имају негативан утицај на формирање купа протока, а самим тим и на укупан проток кроз канал су:

- а) зидови цилиндра / коморе за сагоревање
- б) чело клипа, удубљење или испупчење
- в) мали доњи радијус у усисном каналу

Ако се проток доведе на саму ивицу (руб) вентила, купа се не формира око ивице вентила и проток драстично опада. Да би се добила јединствена формација купе око целог обима вентила, потребно је окренути проток изнад

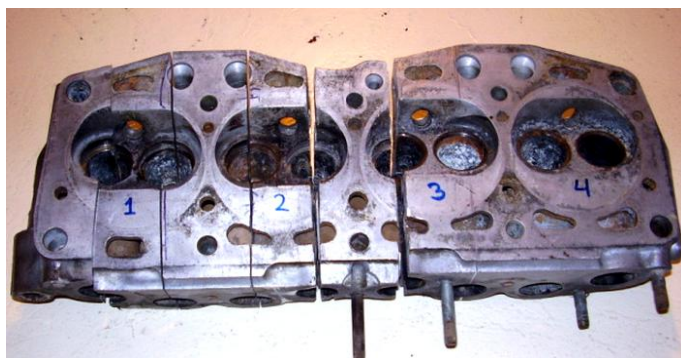
печурке вентила тако да проток долази право на задњи део вентила. Увек постоји ограничење шта је могуће, али је потребно покушати да бочне стране усисног канала буду потпуно праве и управне на вентил на што је могуће већој удаљености.

Укупан проток поред примарне препреке (печурке вентила) може се повећати уколико купа протока постане вртлог. Улога вртлога се може представити на једноставном примеру. Уколико се две флаше са водом окрену да вода исцури, а при том се једна од флаша „заврти“, та флаша добија додатну енергију и формира вртлог и приметно је да се та флаша брже испразни од флаше у којој вода излази без формираног вртлога. Управо исти ефекат се може применити на усисним каналима главе цилиндара. То је већ фабрички урађено са лучним скретањем усисних канала на серијској глави цилиндара, тако да приликом реконструкције треба водити рачуна да се лучно скретање не наруши.

Мало закривљење канала и струјање формирано овим закривљењем, води низак (слаб) проток (доњи део усисног канала) према супротној страни печурке вентила, усмеравајући струју протока на такав начин да се створи вртлог, а проток повећа.

4.3.1.3 Облик канала и њихова обрада

На наредним сликама могу се видети пресеци канала главе цилиндара. На наведеним сликама може се видети колико су отвори за расхладну течност удаљени од усисно издувних канала, у којој зони и до које је границе могуће проширити канале.



Слика 50: Глава цилиндара



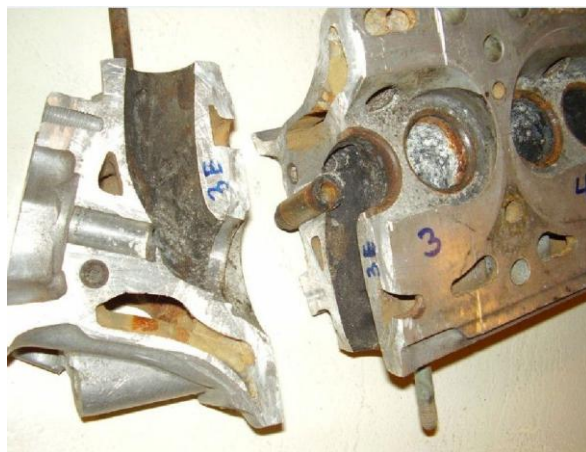
Слика 51: Пресек издувног канала I цилиндра



Слика 52: Пресек уисног канала I цилиндра



Слика 53: Пресек уисног канала II цилиндра



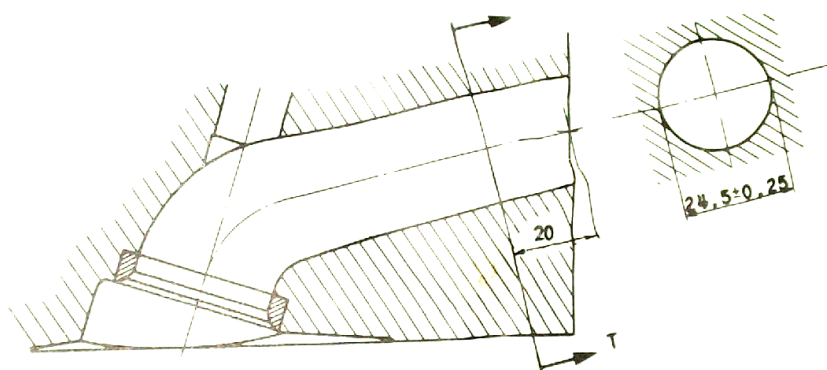
Слика 54: Пресек издувног канала III цилиндра

На слици 55 приказан је пресек уисног канала IV цилиндра са димензијама канала и дебљином зидова канала тј. удаљеношћу канала од простора за циркулисање воде. Дате вредности се односе на уисни канал, а вредности дате у загради односе се на издувни канал.

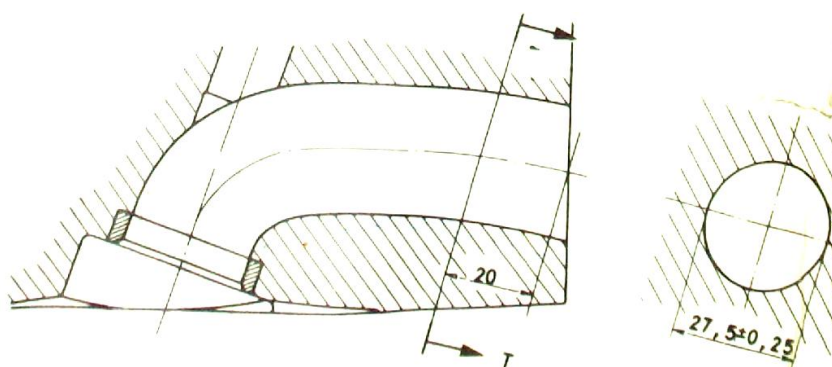


Слика 55: Пресек канала и дубина канала

На сликама 56 и 57 дат је технички цртеж пресека усисног и издувног канала главе цилиндара



Слика 56: Усисни канал [7]



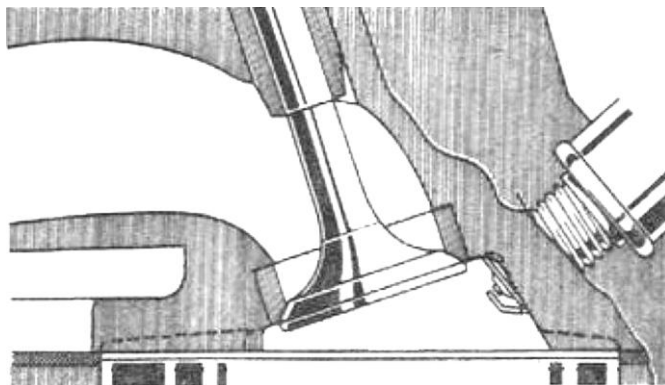
Слика 57: Издувни канал [7]

Слика 58 показује положај усисног канала у глави цилиндара када је глава цилиндара уграђена на блок цилиндара у возилу. Глава цилиндара је постављена тако је вентил постављен вертикално, и у том случају налегајућа површина главе цилиндара стоји под углом од 18° .



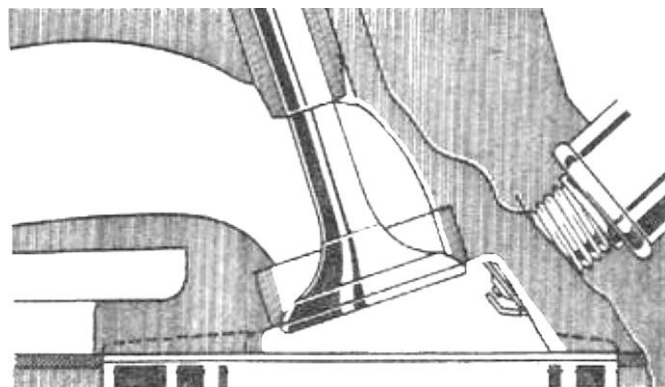
Слика 58: Положај уисног канала главе цилиндара када је мотор уграђен у возило

На слици 59 приказан је пресек главе на месту уисног канала без икаквих модификација.



Слика 59: Пресек уисног канала

Обзиром да је приликом реконструкције главе цилиндара дефинисана уградња вентила већег пречника од стандардних, неопходна је и уградња седишта вентила већег пречника, који одговарају вентилима који се уграђују. Ипак и без уградње вентила већег пречника врши се обрада седишта вентила, тј. повећање унутрашњег пречника. На овај начин се осим поменутог повећања унутрашњег пречника седишта вентила смањује налегајућа површина вентила на седиште, чиме се побољшава проток јер је печурка вентила на овај начин изложенија струји протока флуида. Наравно са повећањем пречника седишта вентила мора се обрадити и део канала од седишта до вођице вентила.

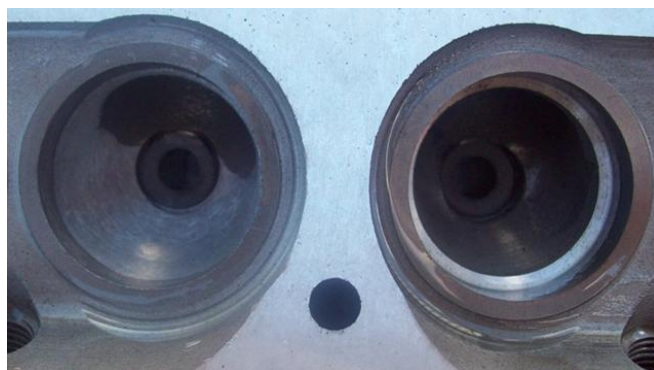


Слика 60: Реконструкција канала од седишта до вођице вентила

Уместо стандардних усисних вентила пречника 36 mm, уграђују се вентили пречника 39,5 mm, а уместо стандардних издувних вентила пречника 31 mm уграђују се вентили пречника 33 mm.

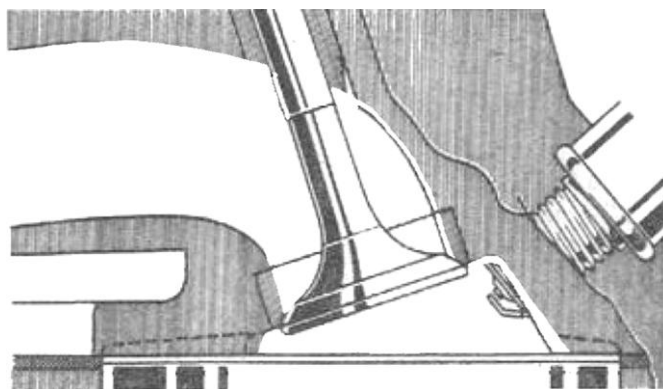
Уместо стандардних седишта усисних вентила пречника 32 mm, уграђују се седишта пречника 35 mm, а уместо стандардних седишта издувних вентила пречника 29 mm, седишта пречника 31 mm.

Пошто је, као што је наведено, уграђено седиште вентила које одговара већим вентилима, потребно је обрадити усисни канал како би се елиминисао прелаз са седишта на канал. На слици 60 графички је приказана обрада усисног канала од седишта до вођице вентила, а на слици 61 приказан је реалан пример седишта вентила пре и после обраде канала.



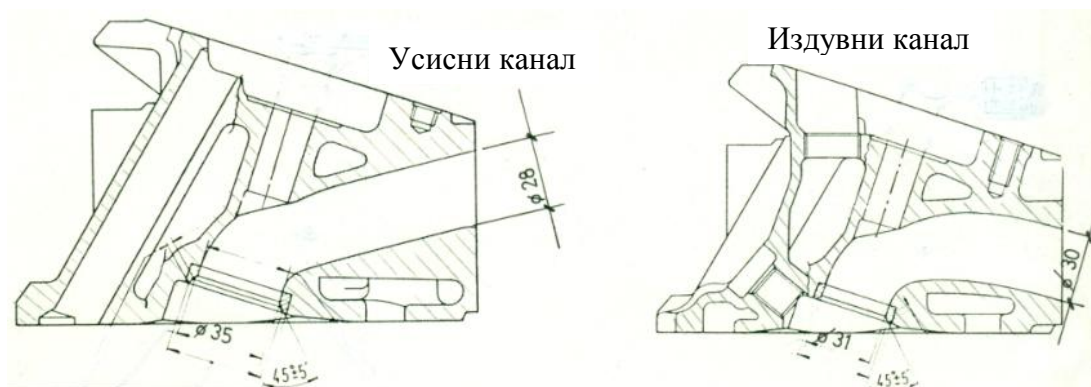
Слика 61: Седиште усисног вентила већег пречника пре и после обраде канала

Слика 62 приказује уклањање материјала са горњег дела усисног канала иза вођице вентила ка усисном колектору. Приказан је начин обраде канала, наравно вођица не сме бити на овај начин обрађена и остављена јер би се на тај начин једна од улога вођице, а то је одвођење топлоте од вентила била нарушена, што би резултирало краћим животним веком вентила, али и саме вођице.



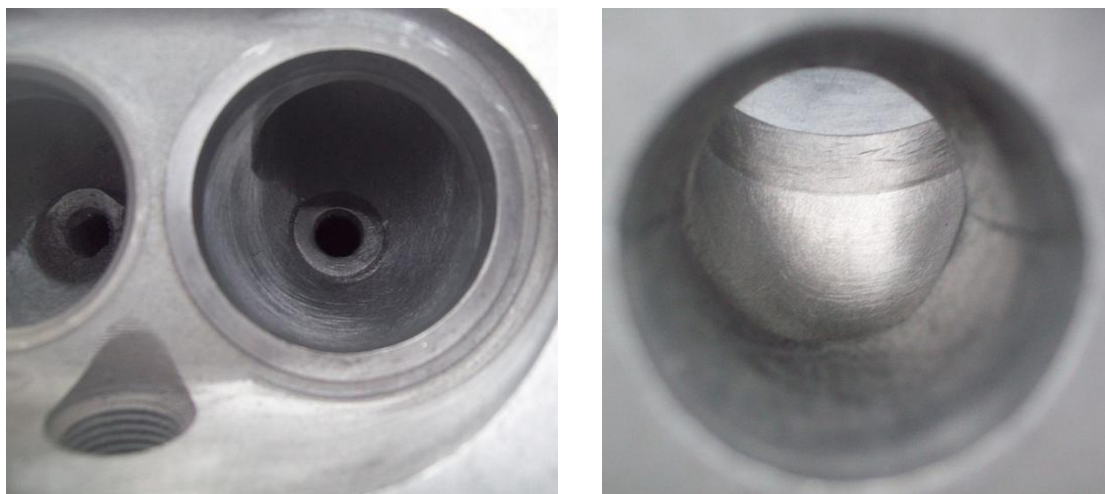
Слика 62: Реконструкција канала иза вођице вентила

Слика 63 приказује димензије канала и седишта вентила након реконструкције, а на слици 64 приказан је коначан изглед реконструисаног канала, стим што је потребно уградити одговарајуће вођице вентила. У односу на серијску главу цилиндра у којој су усисни канали пречника 24 mm, а издувни канали су пречника 27 mm, пречник канала је повећан на следећу меру: усисни канали 28 mm, издувни 30 mm.



Слика 63: Зоне обраде усисног канала [7]

Завршна обрада усисног канала има значајан утицај на снагу мотора. Веома често се помиње да је најбоље када је усисни канал исполиран до високог сјаја. Ово је повољно са аспекта смањења губитака струјне енергије услед трења. Међутим више се губи на другој страни. У случају полираних канала долази до веће покретљивости филма горива, који се налази у усисном воду, тако да у цилиндру мотора доспева већа количина неиспареног горива, што се неповољно одражава на ток сагоревања. Уколико усисни вод поседује извесну храпавост површине, таква површина смањује покретљивост филма горива, а гориво које се задржи у неравнинама има већу могућност да испари. На слици 64 приказана завршна обрада канала.



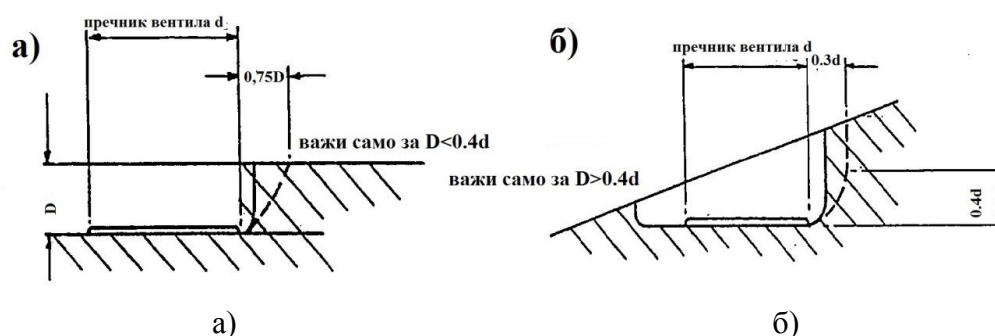
Слика 64: Реконструисани усисни канал (поглед са обе стране)

4.3.2 Реконструкција коморе за сагоревање

У мотору DMB 128A6 највећи утицај на слободно опструјавање имају зид цилиндра и комора за сагоревање. Да би се добио добар проток на DMB 128A6 мотору, компресиону комору око усисних вентила и усисне вентиле треба реконструисати. Реконструкција коморе се односи на скидање материјала у зони око усисног вентила и неопходна је уколико се врши уградња вентила већег пречника од стандардних.

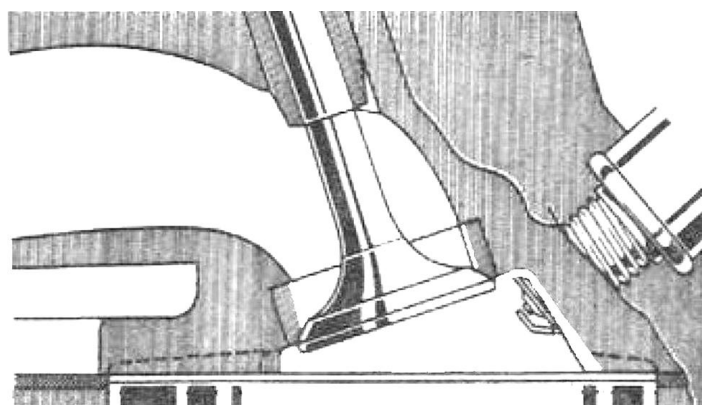
У пракси се показало да је сасвим добре резултате могуће остварити када се комора „отвара“ на растојању $0,75 \cdot D$ од седишта вентила (D - дубина коморе). Што је приказано 65 а). Ово важи за комору чија дубина није већа од $0,4 \cdot d$ (d - пречник печурке вентила). Уколико дубина коморе превазилази ову

вредност тада комору треба „отворити“ на растојању $0,3 \cdot d$ од седишта вентила на дубини $0,4 \cdot d$ од крова коморе (слика 65 б). Наравно треба узети у обзир и саму конструкцију коморе и да ли има могућности за отварање коморе у мери која је израчуната.



Слика 65: Препоруке за реконструкцију коморе за сагоревање [4]

Слика 66 приказује обраду коморе за сагоревање на страни свећице као и обраду седишта вентила. Комора је реконструисана уклањањем материјала у доњем углу коморе и у горњем делу на страни свећице. Скида се до 2 mm материјала или више уколико су вентили већи од 37 mm . Пошто су у овом случају уграђени усисни вентили пречника $39,5 \text{ mm}$ комора је у зони око усисног вентила проширена за $2,5 \text{ mm}$.



Слика 66: Зона обраде коморе за сагоревање



Слика 67: Обрада коморе за сагоревање

Комору је потребно исполирати како би се на њеним зидовима задржавало што мање наслага од сагоревања које могу проузроковати детонацију и/или површинско паљење. Такође, све оштре ивице у комори треба елиминисати, с обзиром да се оне могу усијати и проузроковати ове нежељене ефекте.

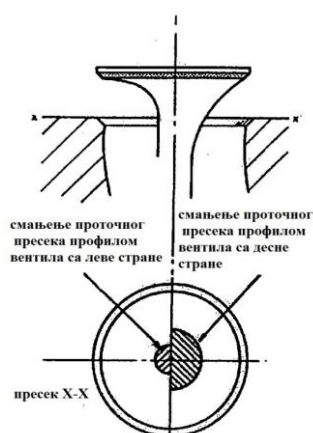


Слика 68: Реконструисана комора за сагоревање

4.3.3 Реконструкција вентила

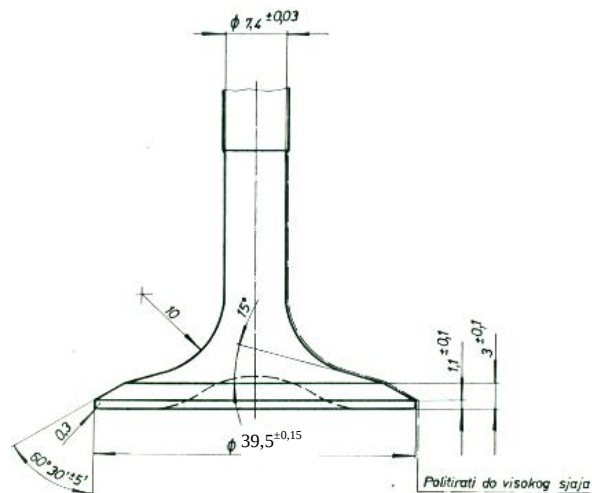
Облик усисног вентила има велики утицај на степен пуњења. На слици 69, на којој је приказан је пресек канла и вентла, види се да део вентила који је у равни са седиштем вентила изазива смањење ефективног проточног пресека. Ово нарочито изражено при малим висинама подизања вентила, али и када је вентил максимално отворен, део печурке вентила је и даље у равни са седиштем вентила. Како је пречник овог дела вентила већи од пречника стабла вентила, самим тим долази до смањења ефективног проточног пресека. Вентил мора бити довољно поуздан да издржи сва оптерећења која прате његов рад, а ипак, довољно лаган како би се сила у опругама вентила свела на минимум.

Реконструкција вентила је веома честа пракса приликом реконструкције мотора. Осим што се, као што је наведено, побољшава проток смањује се и маса вентила. Ово заузврат омогућава опрузи вентила да боље контролише рад вентила и да држе вентил чврсто на седишту вентила као што и треба.

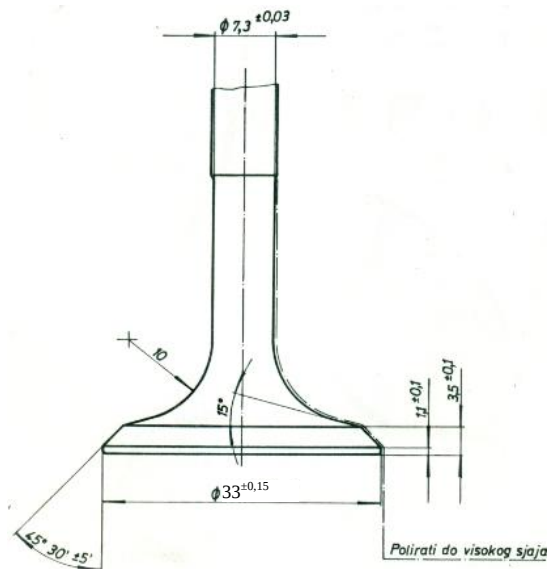


Слика 69: Профил вентила [8]

На сликама 70 и 71 приказан је технички цртеж усисног и издувног вентила.



Слика 70: Технички цртеж улисног вентила [7]



Слика 71: Технички цртеж издувног вентила [7]

Реконструкција не утиче негативно на век трајања вентила и седишта вентила. То заправо може повећати век трајања вентила и седишта при високим бројевима обртаја, јер вентил се не одбија од седишта тако да налегајућа површина вентила неће трпети екстремна привремена преоптерећења када опруга вентила почиње да губи контролу. Вентиле је потребно исполирати до високог сјаја како би се на њима задржавало што мање наслага од сагоревања.



Слика 72: Полиране печурке вентила

4.3.4 Опруге вентила

Код опруга вентила потребно је проверити висину и да ли су опруге праве. Проверу је потребно урадити и за спољашње и за унутрашње опуге.

Проверу висине опруга је могуће извршити на два начина. Први начин је да се свака опруга посебно измери, а други да се све опруге, са горњим подметачима, поређају на равну површину и да се лењиром провери висина опруга, односно да ли висина неке од опруга одступа од осталих. Толеранција у висини опруга може да буде до 1,5 mm. Заменити сваку опругу која је краћа 1,5 mm од осталих. Следећа корак је провера да ли су опруге праве. Провере извршити на начин који је приказан на слици 73. Толеранција приликом ове провере је 3 mm.



Слика 73: Провера опруга вентила

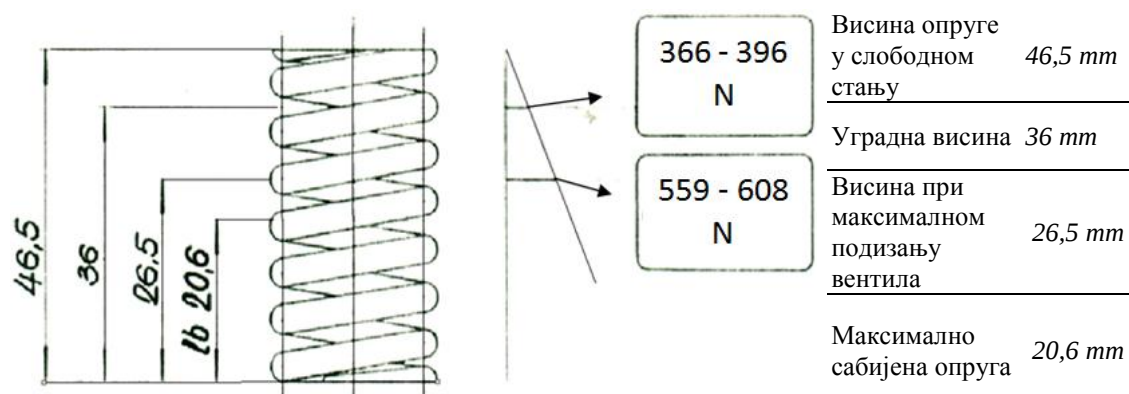
Још једна од провера је и контрола опруга под оптерећењем. Користећи компаратор опруге компресовати на исту висину, а на инструменту (слика 74) очитати силу којом се делује на опугу. Мерење се изводи само за спољашње опруге. Опруге компресовати на висину:

- када је вентил затворен (уградна висина)
- када је максимално подизање вентила (зависно од уграђеног брегастог вратила)



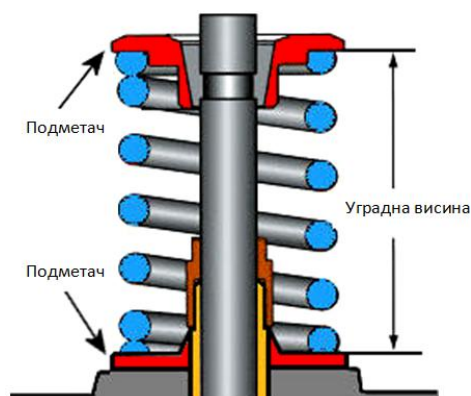
Слика 74: Испитивање опруга вентила

На слици 75 приказана је висина опруге са вредностима силе [N], са толеранцијама, за уградну висину и максимално подизање вентила.



Слика 75: Силе у спољашњој опрузи вентила [7]

Када се уграде све опруге проверити да ли су „уградне“ висине свих опруга подједнаке, односно да нема већих одступања.



Слика 76: Уградна висина опруге

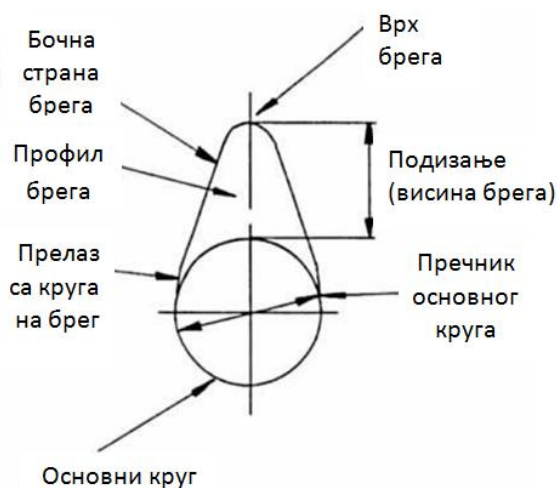
Циљ ових провера је да се уочи „слабост“ опруге, која би у току рада мотора имала проблем да контролише вентил. Обзиром да се у току рада мотора растојање клипова и вентила мери у милиметрима, чак и деловима милиметра, уколико опруга изгуби контролу над вентилом може доћи до контакта истих са клиповима и њиховим оштећењем. Такође опруга треба и да обезбеди да печурка вентила чврсто належе на седиште вентила.

4.4 Брегасто вратило

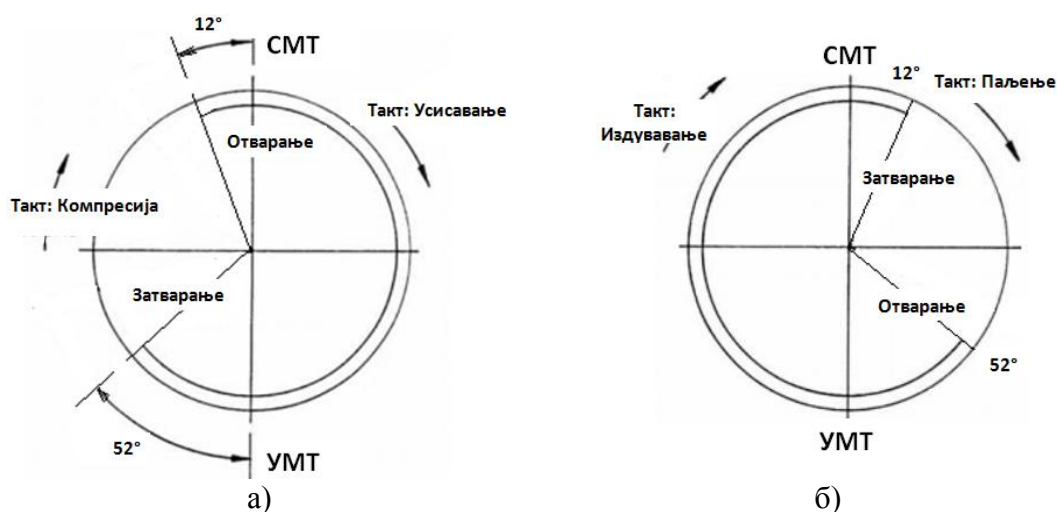
Брегасто вратило вероватно има најзначајнији допринос повећању снаге мотора и има велики утицај на одређивање облика криве обртног момента мотора. Избору брегастог вратила треба посветити пажње, јер оно у великој мери одређује криву снаге и обртног момента мотора [3]. Наравно пре свега треба одредити намену мотора, односно у којим ће се режимима користити. Тако да ако у мотор који ће се користити у свакодневном саобраћају уградимо „такмичарско“ брегасто вратило нарушиће се возне карактеристике, јер такво брегасто вратило захтева високе бројеве да би имало своју функцију.

Профил брега брегастог вратила одређује карактеристике и то: фазу отварања и висину подизање вентила. Ознаке брегастог вратила $12^\circ/52^\circ$ за усис и $52^\circ/12^\circ$ за издув, подизање $9,2\text{ mm}$ означавају следеће:

- за усис: усисни брег отвара вентил при положају коленастог вратила 12° пре СМТ, а затвара вентил 52° после УМТ
- за издув: издувни брег отвара вентил при положају коленастог вратила 52° пре УМТ, а затвара вентил 12° после СМТ
- $9,2\text{ mm}$ висина брега брегастог вратила



Слика 77: Брег брегастог вратила



Слика 78: Фазе усиса а) и издува б)

Перформансе брегастог вратила дате су следећим карактеристикама:

- позиција максималног подизања вентила
- период преклапања фаза
- период трајања такта
- подизање вентила при СМТ
- време трајања максималног подизања вентила и преклапања фаза
- облик профила брега

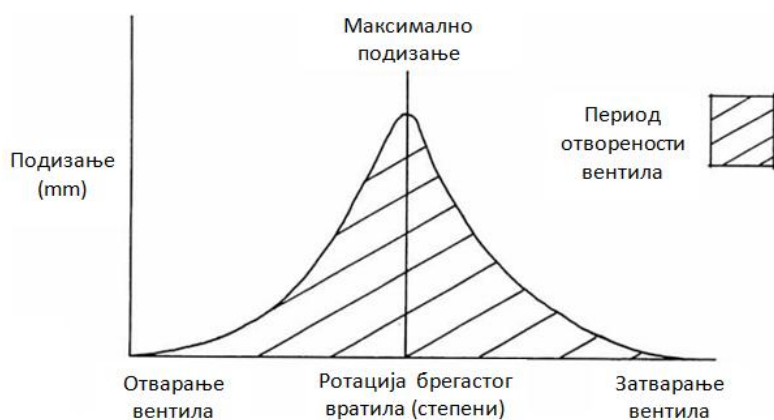
4.4.1 Период трајања усисавања/издувавања, позиција брегастог вратила при максималном подизању и при СМТ

Период трајања такта дефинише количину свежје смеше или продуката сагоревања који ће проћи (за дату карактеристику подизања вентила) кроз усисни или издувни систем током једног радног циклуса мотора од 720° и одређено је позицијом отварања и затварања вентила.

Брегасто вратило мотора DMB 128A6 има фазу за усис $12^\circ/52^\circ$ и издув $52^\circ/12^\circ$, следи да фазе усиса и издува имају следеће трајање:

- Усис; отварање вентила 12° пре СМТ, затварање 52° после УМТ
 $12^\circ + 180^\circ + 52^\circ = 244^\circ$
- Издув; отварање вентила 52° пре УМТ, затварање 12° после СМТ
 $52^\circ + 180^\circ + 12^\circ = 244^\circ$

Из претходног следи да за радни циклус од 720° , усисни вентил је отворен 244° колико је отворен и издувни, односно толико трају усисни и издувни такт.



Слика 79: Период отворености вентила [3]

Позиција максималне отворености вентила представља аритметичку средину између позиције када брегасто вратило почне да отвара вентил и када затвори вентил.

За усис:

$$12^\circ + 180^\circ + 52^\circ = 244^\circ$$

$$244^\circ / 2 = 122^\circ$$

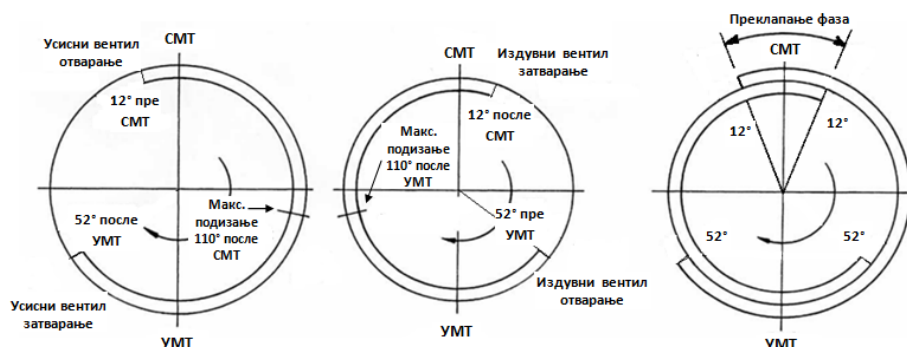
Угао при максималном подизању усисног вентила је 122° после отварања усисног вентила. Односно посматрано у односу на СМТ, 110° после СМТ ($122^\circ - 12^\circ = 110^\circ$)

За издув:

$$52^{\circ} + 180^{\circ} + 12^{\circ} = 244^{\circ}$$

$$244^{\circ} / 2 = 122^{\circ}$$

Угао при максималном подизању издувног вентила је 122° после отварања издувног вентила. Односно посматрано у односу на СМТ, 110° пре СМТ ($122^{\circ} - 12^{\circ} = 110^{\circ}$)

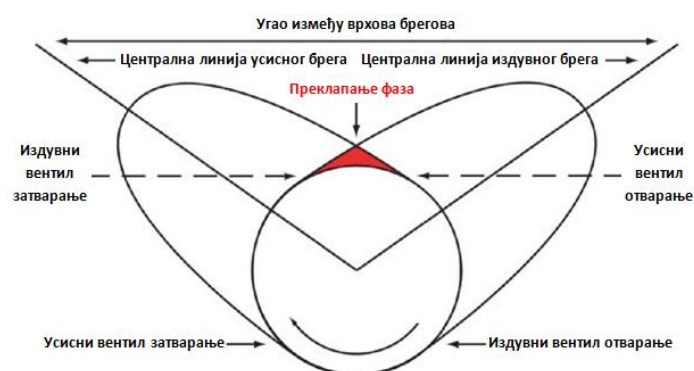


Слика 80: Фазе брегастог вратила

Пошто за један окрет коленастог вратила брегасто вратило окрене два пута, позиција брегастог вратила при СМТ је:

Усис: $110^{\circ} / 2 = 55^{\circ}$ пре максималног подизања вентила

Издув: $110^{\circ} / 2 = 55^{\circ}$ после максималног подизања вентила



Слика 81: Угао између врхова брегова за усис и издув једног цилиндар [3]

4.4.2 Преклапање фаза

Период преклапања усисне и издувне фазе користи се из разлога што се задржавањем усисних и издувних вентила истовремено отворенима око СМТ омогућава да подпритисак створен у цилиндру услед одлазећег таласа притиска издувних гасова и свежа смеша из усисног колектора „чисте“ цилиндар од заосталих продуката сагоревања (који би „ослабили“ свежу смешу и тиме смањили снагу).

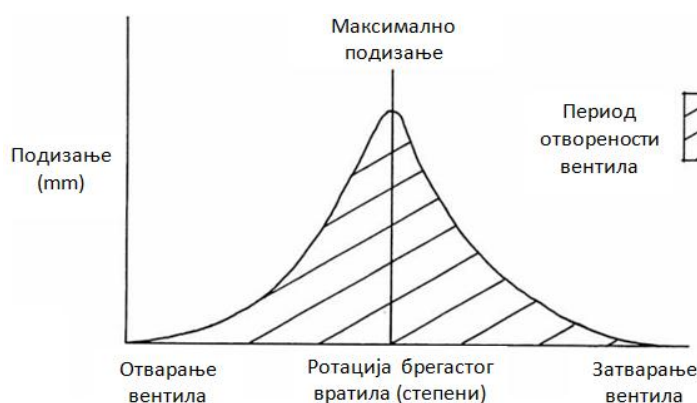
Брегасту са великим периодом преклапања најбоље је користити код високотуражних мотора. Употреба оваквог брегастог вратила може довести до велике „рупе“ у испоруци обртног момента на појединим моторима, где су при нижим бројевима обртаја талас притиска издувних гасова и брзина улаза свеже смеше превише спори, тако да долази до обрнутог протока у периоду преклапања (издувни гасови крену кроз усисни вентил и даље усисни вод).

Период преклапања је уско повезан за подизањем вентила при СМТ. Количина обрнутог протока примарно је одређена подизањем вентила при СМТ. Два идентична мотора са брегастим вратилима са истим периодом преклапања, али различитог подизања вентила при СМТ, показује упадљиво различите карактеристике обртног момента [3].

Компресиони однос је такође од виталног значаја када је у питању период преклапања фаза. Висок компресиони однос (10:1 или већи) доводи до веома високог таласа притиска издувних гасова, што у комбинацији са брегастим вратилом са великим периодом преклапања функционише веома добро.

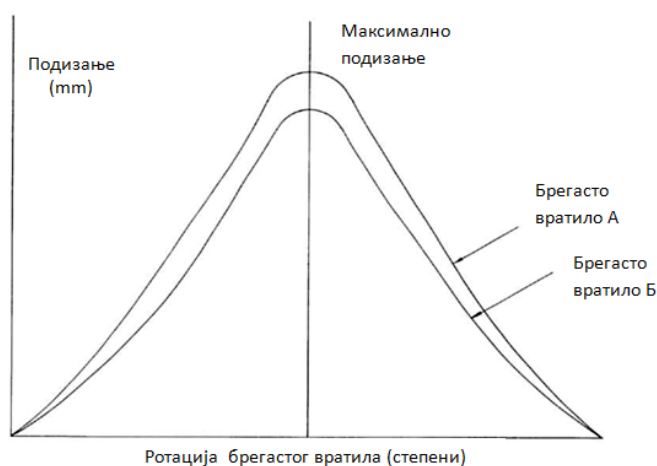
4.4.3 Подизање вентила и облик профила брега брегастог вратила

Област испод криве, на графику приказаном на слици 82, представља интеграл подизања, тј. карактеристику којом брегасто вратило делује на вентил. Ова карактеристика дефинисана је профилем брега брегастог вратила.



Слика 82: Период отворености вентила [3]

На слици 83 приказане су карактеристике два брегаста вратила која имају исти период трајања фазе али различито максимално подизање. Са графика се види да за исти период од отварања до затварања вентила, брегасто вратило А има бољу карактеристику интеграла подизања, а самим тим остварује се бољи коефицијент пуњења, нарочито при максималном подизању.

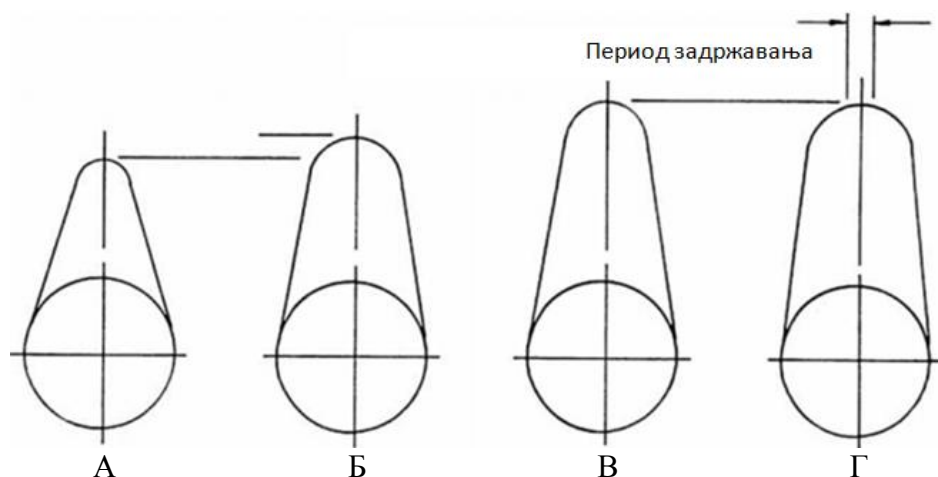


Слика 83: Брегаста вратила истог периода трајања фазе и различитог подизања [3]

Једна од битнијих ставки приликом избора брегастог вратила А је тај да ли опруга вентила може да издржи убрзање и подизање које даје наведено брегасто вратило. Уколико је убрзање које брегасто вратило предаје вентилу велико, може се десити да опруга изгуби контролу над вентилом, тако да вентил остане да „лебди“ када би требало да почне да се затвара. Овај проблем се решава уградњом опруга вентила веће крутости. Олакшавањем вентила такође се постиже боља контрола опруге над вентилом, што је објашњено у делу 4.3.3 реконструкција вентила.

Друга битна ставка при избору брегастог вратила је подизање вентила око СМТ. Ово је веома битно из разлога што може доћи до контакта између вентила и чела клипа, а такође треба обратити пажњу и на величину печурке вентила, посебно уколико је извршена уградња вентила већег пречника од стандардних. Због тога је потребно извршити проверу растојања вентила и клипа за период око СМТ, поступак провере је објашњен у делу 4.7.3 провера растојања вентила од клипа.

Како су брзине пуњења/издувавања високе око максималног подизања вентила, веома је често за такмичарска брегаста вратила да имају значајан период задржавања при максималном подизању. Овај период задржавања може да варира од пар степени, на умеренијим, па до 6° код такмичарских брегастих вратила. Механички гледано задржавање вентила у максималном положају не представља проблем пошто клип није близу уисних/издувних вентила. Међутим, што је период задржавања вентила дужи веће је и оптерећење на врху брега, због тога што се оптерећење са бочних страна брега сада преноси на врх. Дизајн фазе задржавања уско је повезан са карактеристиком убрзања/подизања брегастог вратила и издржљивошћу погона вентила (подизача и опруга вентила).

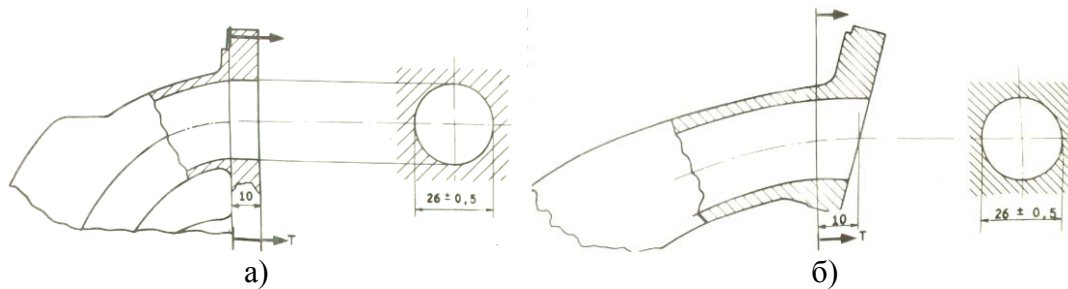


Слика 84: Профили брега брегастих вратила

- А) кратак период задржавања, мало убрзање, средње подизање
- Б) дуг период задржавања, велико убрзање, подизање више од А
- В) кратак период задржавања, исто убрзање као Б, подизање више од Б
- Г) дужи период задржавања од В за исто подизање повећавава убрзање

4.5 Усисни и издувни колектор

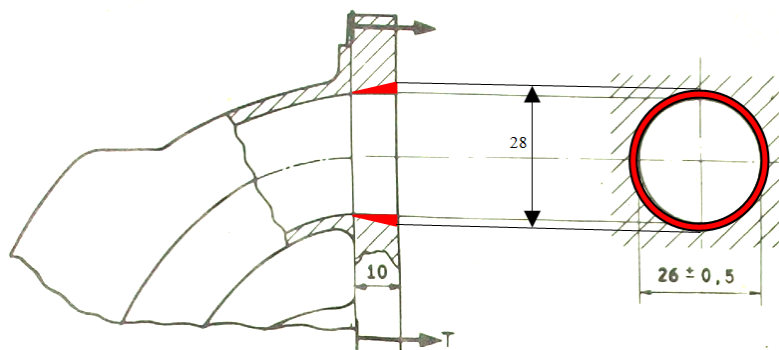
На усисном и издувном колектору нису вршене веће модификације. Важно је да се отвори на усисном и издувном колектору у што већој мери поклапају са отворима на глави цилиндра како не би постојале варијације протока при прелазу из усисног колектора у главу цилиндра и главе цилиндра у издувни колектор.



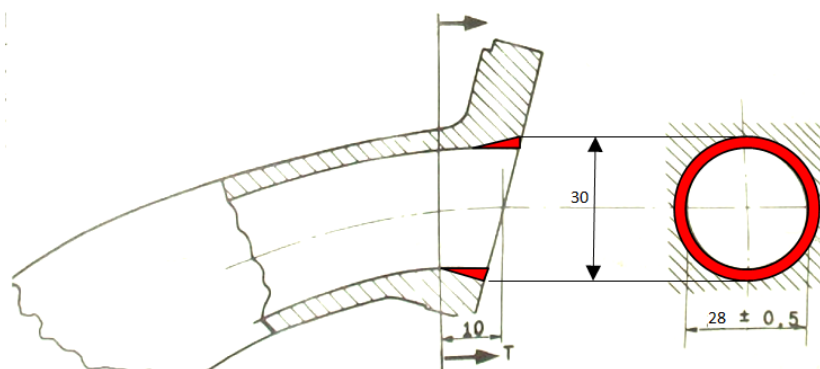
Слика 85: Стандардни усисни а) и издувни б) колектор

На усисном колектору поред наведеног поклапања отвора извршено и полирање унутрашњости канала.

За дати мотор је уместо оригиналног издувног колектора уграђен издувни колектор са мотора истог произвођача, DMB, запремине 1372 cm^3 из разлога јер су на њему канали већег пречника. Оригинални издувни колектор мотора DMB 128A6 има канале пречника 26 mm , а наведени уграђени 28 mm .



Слика 86: Модификовани усисни колектор



Слика 87: Модификовани издувни колектор

4.6 Одређивање степена компресије

Одређивање степена компресије извршено је према стандарду ЗАСТАВА 7.11024, 10.1.68 [13]. За одређивање запремине неопходно је:

- бирета или шприц
- парче стакла или прозирне пластике са малим отворима
- течност која се користи за испуњавање цилиндра и коморе са сагоревања у глави цилиндра

Да бисмо знали запремину течности којом смо испунили цилиндар или комору за сагоревање користи се бирета или због поједностављења поступка као у овом случају медицински шприц. Коришћен је шприц са поделом у милилитрима при чему 1 ml одговара 1 cm^3 , што је повољно за касније рачунање степена компресије. Може се користити и шприц са другачијом поделом само је потребно добијену вредност запремине изразити у cm^3 .

Равним стаклом олакшава се операција пуњења течности. Преко цилиндра или коморе постави се стакло, тако да се приликом пуњења течности тачно може видети када је она у потпуности испуњена.

Према претходно наведеном стандарду као течности треба користити мешавину састављену од 100 делова ричиновског уља и једног дела бензола. У овом случају као течност за одређивање запремине коришћено је машинско уље мале вискозности.

4.6.1 Запремина које се односи на испупчење/удубљење клипа у односу на раван цилиндра

Поставити компаратор на као што је приказано на слици 88. Заокретањем коленастог вратила клип довести у СМТ.



Слика 88: Довођење клипа у СМТ

Провером је утврђено да при положају клипа у СМТ површина чела клипа није изнад равни површине блока цилиндра, чиме се поједностављује одређивање степена компресије јер се не узима у обзир геометријска запремина (V_{ge}). У случају да је површина чела клипа при положају у СМТ изнад равни површине блока цилиндра неопходно је израчунати геометријску запремину као што је објашњено у стандарду [13] (2.1.4.3. тачка д).

Када се клип доведе у СМТ по ивици цилиндра ставити маст и цилиндар поклопити равном пластиком (слика 89). Маст се ставља као заптивна маса како приликом сипања течност не би испурела ван цилиндра. Напунити шприц течност и кроз рупу на пластици из шприца истиснути течност док се потпуно

не испуни запремина цилиндра. Приликом пуњења коморе течношћу обратити пажњу да не остане ваздушни чеп. У том случају добио би се погрешан податак о запремини, односно запремина би била мања и то у зависности од величине ваздушног чепа.



Слика 89: Пуњење удубљења на челу клипа течношћу

Запремина удубљења у клипу у односу на раван цилиндара је $V_e = 5 \text{ cm}^3$.

4.6.2 Запремина отвора заптивача између главе и равни цилиндра

Запремина се може одредити на начин објашњен у стандарду [13] (тачка 2.1.4.2.) или као што је урађено у овом случају, математичком формулом за запремину ваљка:

$$V = r^2 \pi h$$

Где је: r – полупречник отвора цилиндра на заптивачу

π – константа 3,14

h – висина (дебљина) сабијеног заптивача (дебљина када је глава цилиндра намонтирана на блок цилиндара и стегнута предвиђеним моментом)

Пречник отвора цилиндар на заптивачу је 87 mm ($8,7 \text{ cm}$), следи да је полупречник $43,5 \text{ mm}$ ($4,35 \text{ cm}$). Дебљина сабијеног заптивача је $1,6 \text{ mm}$ ($0,16 \text{ cm}$). Вредности се узимају у cm из разлога што су запремине удубљења у клипу и коморе за сагоревање изражене у cm^3 .

Следи да је запремина отвора заптивача између главе и равни цилиндра:

$$V_g = 4,35^2 \cdot 3,14 \cdot 0,16$$

$$V_g = 9,51 \text{ cm}^3$$

4.6.3 Запремина коморе за сагоревање у глави цилиндра

Главу мотора са уграђеним вентилима и свећицом поставити у хоризонталан положај са површином која належе на блок цилиндара окренутом на горе. По ивици коморе ставити маст, која служи као заптивна маса да течност не би исцурела приликом пуњења коморе течношћу. Преко коморе ставити парче равне пластике са избушеном рупом и кроз отвор испунити простор коморе за сагоревање течношћу (слика 90).



Слика 90: Одређивање запремине главе цилиндра

Приликом пуњења коморе течномшћу обратити пажњу да не остане ваздушни чеп. У том случају добио би се погрешан податак о запремини, односно запремина би била мања и то у зависности од величине ваздушног чепа.

Запремина коморе за сагоревање у глави цилиндра износи $V_t = 20 \text{ cm}^3$.

4.6.4 Израчунавање степена компресије

Након што су добијене запремине свих релевантних делова може се израчунати укупна запремина коморе за сагоревање:

$$V_c = V_t + V_g + V_e - V_{ge}$$

Где је: V_t – запремина коморе за сагоревање у глави цилиндра

V_g – запремина отвора заптивача између главе и равни цилиндра

V_e – стварна запремина одређена према тачки е)

V_{ge} – запремина одређена према тачки д)

$$V_c = 20 + 9,51 + 5 - 0$$

$$V_c = 34.51 \text{ cm}^3$$

Запремина цилиндра се може израчунати следећом формулом

$$V_o = r^2 \pi h$$

Где је: r – полупречник цилиндра у цм

π – константа 3,14

h – ход клипа (коленастог вратила) у цм

$$V_o = (8,64/2)^2 \cdot 3,14 \cdot 5,55$$

$$V_o = 325,22$$

Пошто је одређена запремина коморе за сагоревање и укупна запремина коморе за сагоревање може се израчунати степен компресије мотора.

$$Q = V_c + V_o / V_c$$

$$Q = (34,51 + 325,22) / 34,51$$

$$Q = 10,42$$

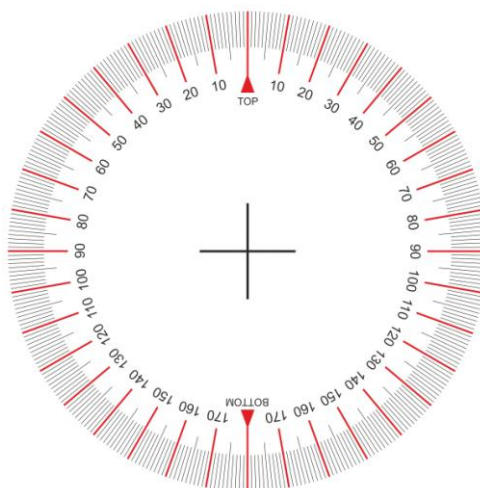
4.7 Довођење мотора у фазу

Процес довођења мотора у фазу треба започети раније него што је то уобичајено код склапања стандардног мотора. То се пре свега огледа у одређивању положаја СМТ. На сваком мотору постоје реперне ознаке које служе да би се мотор довео у фазу. Међутим у великосеријској производњи те ознаке имају одређене толеранције. У случају мотора DMВ 128А6, клип се доводи у СМТ поклапањем реперних ознака на зупчастој ременици коленстог вратила и бочном поклопцу мотора. Колико год се трудили да се ознаке поклопе идеално, направиће се одступање од пар степени у односу на стварни положај СМТ. Наравно, то је у толеранцији и у нормалној експлоатацији мотора неће бити никаквих проблема. Међутим код форсираних мотора СМТ се мора прецизно одредити, јер од тога зависи даље довођење брегастог вратила у фазу, одређивање степена предпаљења, а све у циљу постизања максималних перформанси.

4.7.1 Одређивање стварне СМТ

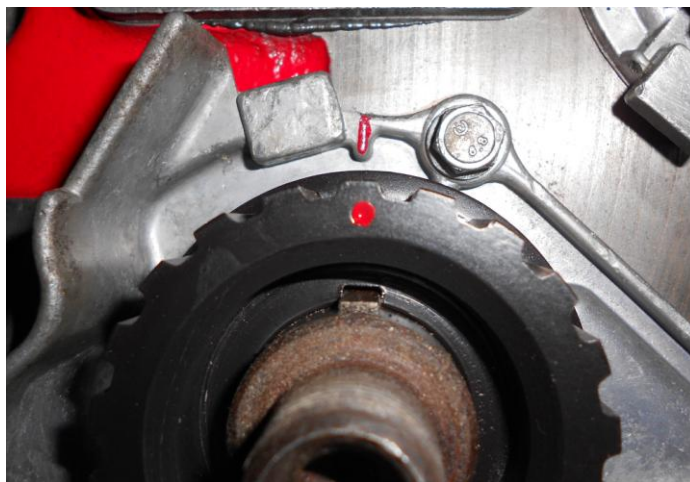
Када се клип I цилиндра налази у СМТ, према реперним ознакама на зупчастој ременици коленстог вратила и предњем поклопцу блока мотора, уз помоћ компаратера (слика 92) може се приметити да се за одређени угао заокретања коленастог вратила клип не помера из СМТ, односно максималне висине коју је постигао. То је период задржавања или тзв. „пливање клипа“. Период задржавања представља период између периода у ком коленасто вратило гура клип ка СМТ и периода када почиње да вуче клип ка УМТ. Средина овог периода задржавања представља стварну СМТ.

Да би се добио максимум перформанси, мора се прецизно одредити СМТ и у ту сврху се користи угломер и компаратор. Угломер (слика 91) представља круг са поделом од 360°, на коме су означене две тачке, *TOP* која представља СМТ и *BOTTOM* која представља УМТ. Угломер се поставља са стране на којој се налази погон разводног механизма и треба да се окреће заједно са коленастим вратилом (слика 93). Компаратор се поставља тако да му је игла ослоњена на клип I цилиндра. Пошто се ради о линијском четвороцилиндричном мотору компаратор је могуће поставити и на клип IV цилиндра обзиром да им је кретање идентично.



Слика 91: Угломер

Довести клип у СМТ према реперним ознакама на зупчастој ременици коленастог вратила и предњем поклопцу блока мотора (слика 91), а компаратором проверити да ли је према тим ознакама постигнут максимални ход клипа и нулирати га за дати положај клипа (слика 92).



Слика 91: Поклапање ознака на поклопцу мотора и зупчанику коленастог вратила

Поставити зупчasti каиш, а затим угломер (слика 93). Разлог због којег је у овој фази склапања мотора потребно поставити каиш је тај што касније није могуће уградити каиш због угломера. Угломер поставити тако да може да се окреће заједно са коленастим вратилом. Потребно је поставити и показивач тј. референтну тачку у односу на коју се прати окретање коленастог вратила. Показивач може бити парче жице постављене тако да заузима фиксан положај. У овом случају коришћена је бакарна жица која је једним крајем причвршћена за носач мотора, а на другом крају зашиљена како би показивање било што прецизније.



Слика 92: Довођење клипа у СМТ

Када се поставе угломер и показивач, угломер заокренути тако да показивач показује *TOP* односно СМТ (слика 93).

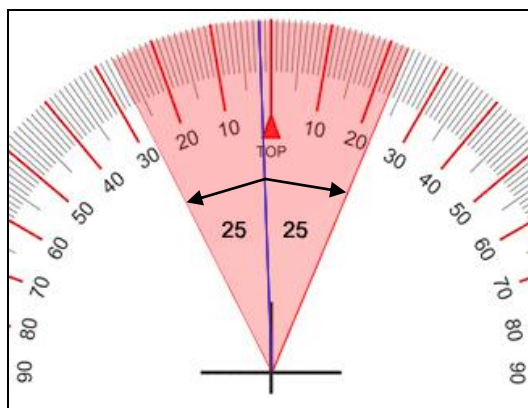


Слика 93: Угломер постављен на мотор

Претходно обележена СМТ је одређена према реперним ознакама, тако да се наредним поступком може видети колико је одступање између стварне СМТ и СМТ одређене наведеним реперним ознакама.

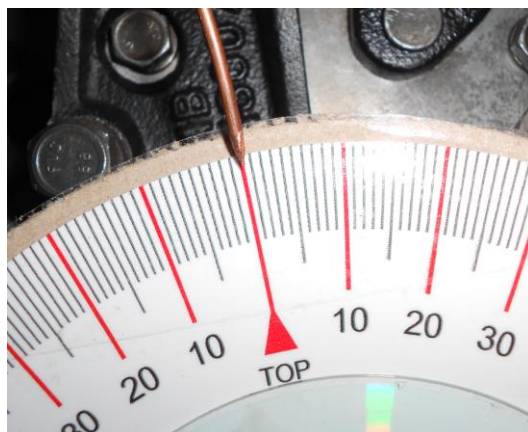
Коленасто вратило окренути у смеру супротном од кретања казаљки на сату док компаратор не покаже одређену вредност померања клипа од СМТ ка УМТ и очитати на угломеру угао α за дато померање клипа. Затим се коленасто вратило окрене у смеру кретања казаљки на сату док се на компаратору не очита претходно усвојена вредност померања клипа и на угломеру очита угао β . Стварна СМТ се налази на тачно на половини између ова два угла, тј. мора да буде испуњен услов да је $\alpha = \beta$.

У овом случају усвојено је померање клипа од 5 mm. Заокренути коленасто вратило у смеру супротном од кретања казаљки на сату и на компаратору пратити померање клипа. Када је очитано померање од 5 mm, на угломеру је очитан угао од 27°. Затим заокренути коленасто вратило назад тако да угломер показује нулу (TOP). Коленасто вратило заокренути у смеру кретања казаљки на сату док компаратор поново не покаже кретање клипа од 5 mm од СМТ ка УМТ. За наведено померање клипа од 5 mm коленато вратило је заокренуто за 23°. На основу претходно добијених вредности следи да се стварна СМТ налази на 2° после СМТ означене на угломеру (слика 94).



Слика 94: Одређивање стварне СМТ

Заокренути коленасто тако да показивач показује 2° после СМТ на угломеру. Затим угломер заротирати, без померања коленастог вратила, тако да показивач показује 0, стварну СМТ (слика 95).



Слика 95: Стварна СМТ

Ипак у циљу провере поновити исти поступак за различите положаје клипа (нпр. 10, 15 mm итд.). Такође је могућа провера тако што се за одређени угао пре и после СМТ провери померање клипа, за исти угао треба да буде исто и померање клипа.

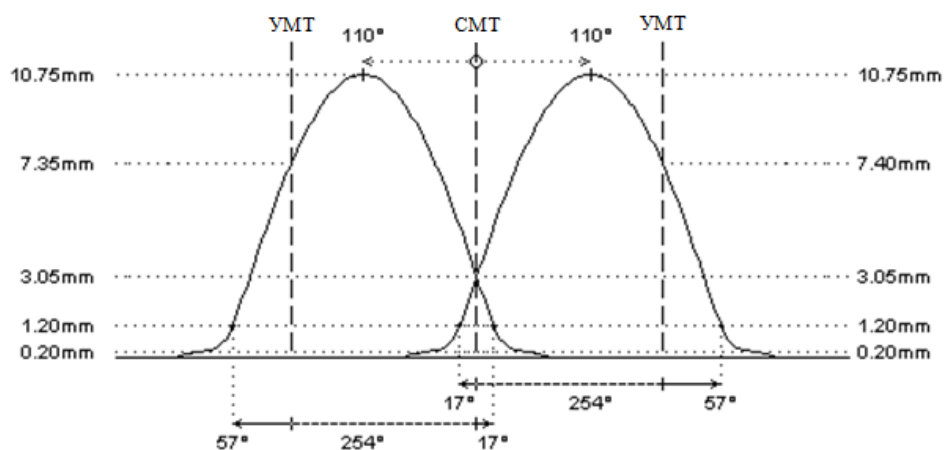
Када се одреди стварна СМТ, клипове довести на половину хода како би се касније приликом уградње главе цилиндара и довођења брегастог вратила у фазу избегла могућност контакта клипова и вентила.

4.7.2 Довођење брегастог вратила у фазу

У мотор је уграђена брегасто вратило произвођача КАТКАМС (CATCAMS) са каталошким бројем 1900209 за које су подаци дати у табели 11, а карактеристика на слици 96.

Табела 11: Подаци о брегастом вратилу КАТКАМС 1900209

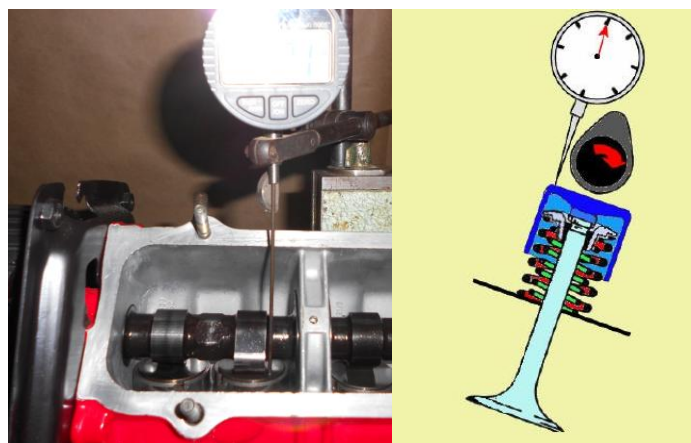
		<i>Усис</i>	<i>Издув</i>
Зазор	$[p]$	0.20 mm	0.20 mm
Трајање	$[0.1 \text{ mm} + p]$	291°	291°
Трајање	$[1.0 \text{ mm} + p]$	254°	254°
Подизање вентила	$[p = 0]$	10.75 mm	10.75 mm
Угао при максималном подизању	$[^\circ]$	110°	110°
Фаза	$[1.0 \text{ mm} + p]$	17°/57°	57°/17°
Подизање вентила у СМТ	$[p = 0]$	3.05 mm	3.05 mm



Слика 96: Карактеристика брегастог вратила КАТКАМС 1900209 [11]

Пре довођења брегастог вратила у фазу, мора се подесити зазор вентила. Као што је приказано у табели зазор између брегастог вратила и подизача вентила треба подесити на вредност од 0.20 mm и за усине и за издувне вентиле. Подешавање зазора вентила објашњено је у делу 3.5.2. Када се подеси зазор вентила, следи поступак довођења брегастог вратила у фазу.

За довођење брегастог вратила у фазу потребно је користи компаратор, који треба поставити тако да му игла буде у правцу кретања вентила и ослоњена на подизач вентила као што је приказано на слици 97.



Слика 97: Довођење брегастог вратила у фазу

Компаратор је постављен тако да се мери подизање уисног вентила првог цилиндра. Брегасто вратило окретати док се на компаратору не прочита вредност подизања вентила од 3.05 mm . Када се брегасто вратило доведе у одговарајући положај, заокренути коленасто вратило и довести клип првог цилиндра у СМТ, према угломеру.

Приликом уградње зупчастог каиша веома је битно да коленато вратило и брегасто вратило остану у предвиђеном положају. Врло често се код серијских мотора дешава да је приликом уградње зупчастог каиша потребно померити, заокренути, брегасто вратило како би каиш дошао на „зуб“. Наравно то померање је врло мало и у толеранцији и не може да шкоди мотору, међутим када се ради модификованом мотору код кога се тражи максимум перформанси, битно је да довођење мотора у фазу буде што је могуће прецизније.



Слика 98: Подешавајућа ременица брегастог вратила

Како би приликом уградње зупчастог каиша, и касније уколико је неопходно фино подешавање, брегасто вратило могло да се помера независно од остатка разводног механизма користи се подешавајућа ременица брегастог вратила (слика 98). Подешавајућа ременица се састоји од два дела: плоче која се везује за брегасто вратило и зупчаника преко кога се врши погон. Ова два дела су повезани вијцима, с тим да су отвори кроз које пролазе вијци на плочи шлисовани, тако је могуће релативно померање ова два дела (слика 99).



Слика 99: Конструкција подешавајуће ременице брегастог вратила

Уколико зупчасти каиш није могуће наместити, а да се пре тога не помери ременица, отпустити три вијка са ременице и померити зупчаник колико је потребно. Затим поставити зупчасти каиш и дотегнути вијке. При томе водити рачуна да коленсто вратило и брегасто вратило остану у предвиђеним положајима. Затим дотегнути зупчасти каиш преко затезача. Овим кораком мотор је доведен у фазу.

У циљу провере након довођења мотора у фазу заротирати коленасто вратило неколико пута и проверити да ли је мотор у исправно доведен у фазу, тј да није случајно дошло до неког одступања.

4.7.3 Провера растојања између вентила и клипа

Пре него што се угради глава цилиндара, веома је битно да се провери растојање вентила и клипова, односно да се провери да у току рада мотора не постоји могућност њиховог контакта. Ова провера мора се обавезно спровести уколико се врши уградња вентила већег пречника од фабричких и/или брегастог вратила са већим подизањем (вишим брегем) од фабричког брегастог вратила.

Пре него што се угради глава цилиндара на блок, на чело клипа ставити пластелин (слика 100). Након тога комплетитати горњи део мотора (главу цилиндара и кућиште брегасте ососвине) и мотор довести у фазу.

Пажљиво заротирати коленасто вратило два круга (720° - један радни циклус). Уколико се приликом заокретања коленастог вратила у неком тренутку јави отпор прекинути заокретање. Отпор заокретању, уколико је претходно све коректно урађено, може да значи да је дошло до контакта клипова и вентила. Након изградње главе цилиндара у пластелину се могу видети отисци вентила.



Слика 100: Провера растојања клипа и вентила пластелином

Уколико је дошло до контакта између клипа и вентила може се видети и одредити колико је потребно обрадити клипове како би се елиминисао проблем. Уколико до контакта није дошло пресеком пластелина по средини удубљења у клипу види се минимално растојање између вентила и клипа у току рада мотора.



Слика 101: Пресек пластелина и растојање клипа и вентила

За брегасто вратило КАТКАМС растојање између вентила и клипа треба да буде минимум 1 *mm*, произвођач ипак препоручује растојање од 1,5 *mm*. Обрада чела клипа се може урадити на лицу места уколико се ради о мањој обради. У овом случају обрада чела клипа је одрађена пре уградње клипног склопа у блок цилиндара. Клипови датог мотора већ имају удубљења, која одговарају стандардним вентилима тако да не може доћи до контакта и случају оштећења зупчастог каиша. Обзиром да је извршена уградња вентила већег пречника као и брегастог вратила са већим подизањем, удубљења у клипу упуштена су за вредност разлике у пречницима стандардних и нових (већих) вентила што је објашњено у делу делу 4.2.2.1 реконструкција чела клипа.

Када се изврши провера растојања клипова и вентила, уградити главу цилиндара и кућиште брегастог вратила и мотор довести у фазу на начин који је претходно објашњен.

4.8. Систем за паљење и систем за напајање горивом

Системи за паљење и напајање горивом представљају системе који имају велики утицај на перформансе мотора. Због тога је веома битно да ови системи буду адекватно подешени.

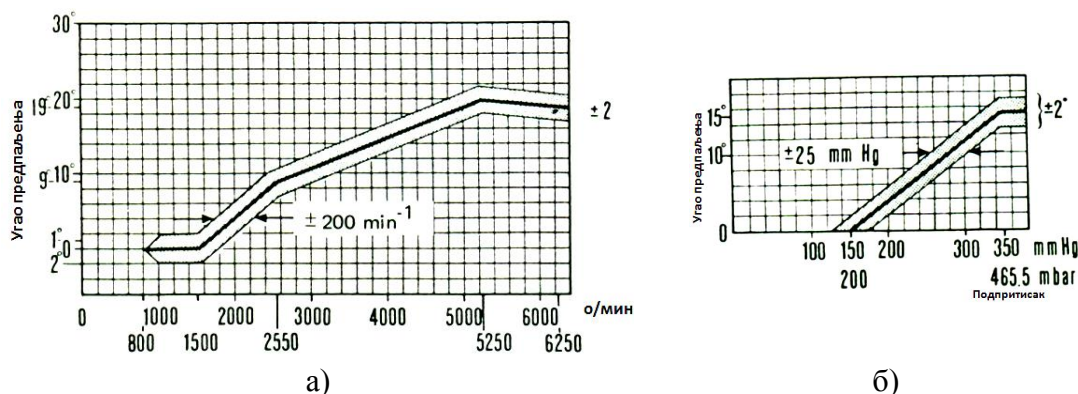
4.8.1 Систем за паљење

Систем за паљење треба да обезбеди паљење смеше ваздуха и горива у оптималном тренутку. Подаци о елементима паљења који су коришћени на мотору који је тема овог рада и њихово подешавање дати су у табели 12.

Табела 12: Систем за паљење

Редослед паљења	1 – 3 – 4 – 2
Електронско паљење са индуктивним давачем	Тип: безконтактно
Разводник паљења	Magneti Marelli
Почетни угао предпаљења	5°
Аутоматски угао предпаљења са центрифугалним регулатором при 5250 min^{-1}	$20^\circ \pm 2^\circ$
Максимални угао предпаљења депресионог коректора	$15^\circ \pm 2^\circ$
Бобина	Iskra
Отпор примара при 293K (20°C)	0,66 – 0,81 Ω
Отпор секундара при 293K (20°C)	2970 – 3630 Ω
Свећице	Bosch WR7DC
Зазор	0,7 – 0,8 mm

Главну улогу у одређивању тренутка паљења смеше има разводник паљења. У оквиру разводника паљења постоје два система који обезбеђују адекватан угао предпаљења у зависности режима рада мотора. Регулација угла предпаљења се врши се аутоматским центрифугалним регулатором и депресионим коректором. Карактеристике ова два система дата су на слици 102. Подешавање угла предпаљења врши се стробоскопском лампом.



Слика 102: Угао предпаљења разводника [1]

- а) аутоматски угао предпаљења са центрифугалним регулатором
б) угао предпаљења са депресионим коректором

4.8.2 Систем за напајање горивом

Главна улога карбуратора је да у свим условима рада мотора припреми одговарајућу смешу горива и ваздуха, да омогући покретање мотора, добар прелазак с једног режима на други.

Напајање мотора горивом врши се преко карбуратора марке WEBER, тип CARTER WEBER, за који су подаци о регулационим елементима дати у табели 13.

Табела 13: Подаци о карбуратору CARTER WEBER [1]

<i>Тип карбуратора</i>		CARTER WEBER	
		I грло	II грло
Пречник дифузора	<i>mm</i>	22	22
Пречник лептира	<i>mm</i>	32	32
Пречник главног сиска за бензин	<i>mm</i>	1,10	0,97
Пречник главног сиска за ваздух	<i>mm</i>	1,70	2,50
Тип емулзионе цевчице	<i>mm</i>	F46	F22
Пречник расшивача	<i>mm</i>	4	4
Пречник сиска за бензин за рад на минимуму	<i>mm</i>	0,50	-
Пречник сиска за ваздух за рад на минимуму	<i>mm</i>	1,70	0,70
Пречник бризгача пумпе	<i>mm</i>	0,40	-
Пречник игличастог вентила	<i>mm</i>	1,50	
Пречник отвора за растерећење пумпе	<i>mm</i>	0,30	-
Пречник за додатни бензин	<i>mm</i>	-	1,30
Пречник сиска за допунску смешу	<i>mm</i>	-	2,00
Ниво пловка	<i>mm</i>	6 ^{±1}	

На мотору је задржан серијски карбуратор, са регулационим елементима приказаним у табели 13.

4.9 Поступак склапања мотора

У овом делу рада биће представљен поступак склапања мотора. На слици 103 прикани су делови мотора



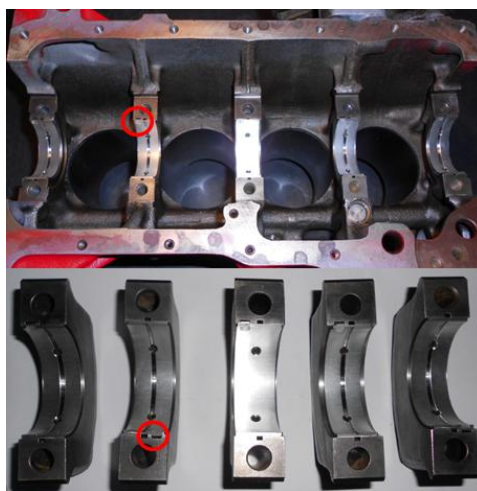
Слика 103: Делови мотора

Блок цилиндара поставити на носач који омогућава лакшу манипулацију приликом склапања мотора.



Слика 104: Блок мотора

Лежајеве коленастог вратила поставити на блок цилиндара и поклопце главних рукаваца коленастог вратила. Лежајеве поставити као што је приказано на слици 105. Средњи лежај коленастог вратила је без канала за уље. Лежајеве је потребно науљити како приликом првог стартовања мотора не би дошло до њиховог оштећења. Ово важи и за све остале покретне делове мотора при склапању.



Слика 105: Лежајеви коленастог вратила

Када се уграде лежајеви коленастог вратила положити у блок цилиндара и поставити поклопце главних рукаваца, све сем поклопца до замајца, тако да се поклапају зарези на блоку и поклопцу, слика 104 црвене ознаке. Аксијални лежајеви, који служе да спрече аксијално померање коленастог вратила, уграђују се тако да зарези који се на њима налазе буду окренути ка коленастом вратилу, слика 105.

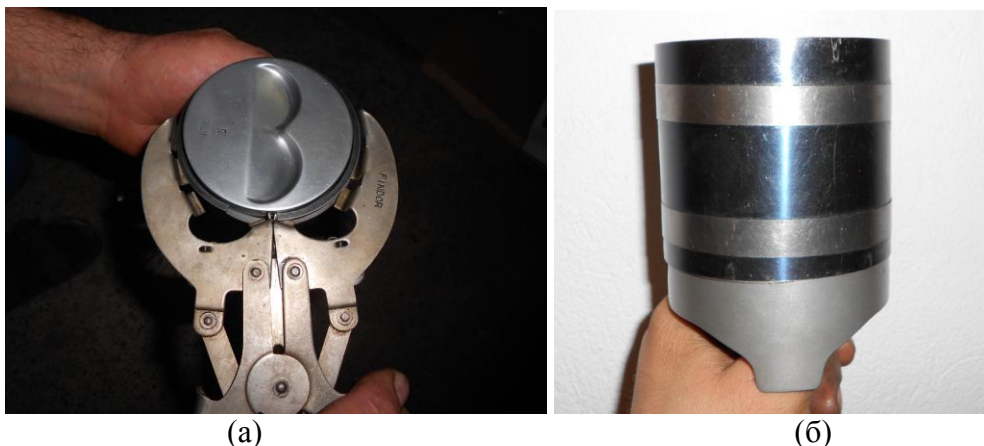


Слика 106: Аксијални лежајеви

Вијке главних рукаваца коленастог вратила притегнути моментом од 80 Nm. Након притезања свих вијака полопаца главних рукаваца коленастог вратила, проверити да ли се коленасто вратило слободно окреће. Коленасто вратило треба да се окреће равномерно без икаквих потешкоћа у било ком положају.

Спојити клип и клипљачу осовиницом и при томе обратити пажњу на то да када су клип и клипљача спојени, за правилан положај клипа у цилиндру, бројеви на великој песници клипљаче буду окренути супротно од помоћног вратила (слика 13).

На клипове поставити клипне прстенове тако зазор првог клипног прстена буде усмерен ка свећици, а зазор другог клипног прстена заокренут за 180° у односу на први. Приликом уградње клипних прстенова обратити пажњу на ознаку ТОП која означава да је та страна клипног прстена треба да буде окренута ка челу клипа.



Слика 108: Алат за уградњу клипних прстенова (а) и алат за уградњу клипова у блок цилиндара

Користећи алат који је приказан на слици 108, а служи да „стегне“ клипне прстенове уз клип и тиме олакша уградњу, склоп клип-клипњача уградити у блок цилиндара. При томе водити рачуна да број на клипњачи буде позициониран супротно од помоћног вратила. На велику песницу клипњаче уградити лежајеве.



Слика 109: Убацивање клипова у блок мотора

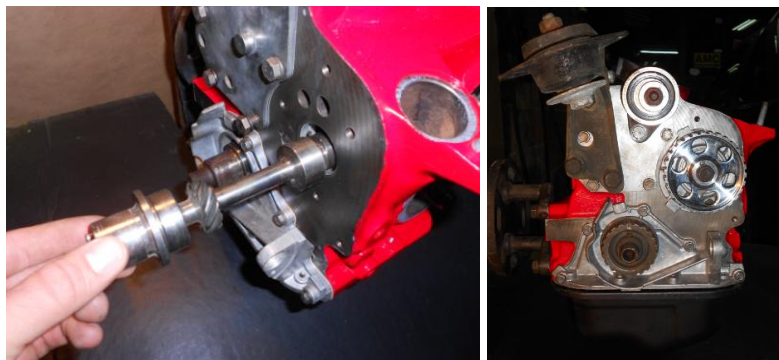
Када се клипови убаце у блок цилиндара, на клипњаче уградити поклопце великих песница и навртке притегнути моментом од 51 Nm.

Након тога уградити предњи и задњи поклопац блока мотора, на које су постављени семеринзи, и пумпу за уље. Вијке за причвршћивање пумпе за уље уз блок мотора притегнути моментом од 20 Nm, а након тога поставити заптивку корита мотора и уградити корито мотора



Слика 110: Комплетиран доњи део мотора

Уградити помоћно вратило за погон пумпе уље, пумпе за гориво и разводника паљења, затим уградити поклопац помоћног вратила са одговарајућим семерингом и поставити зупчасту ременицу помоћног вратила. Након уградње помоћног вратила, уградити и затезач зупчастог каиша и носач мотора (слик 111).



Слика 111: Уградња помоћног вратила

Уградњом замјача доњи део мотора је завршен и може да се приступи даљем склапању мотора.

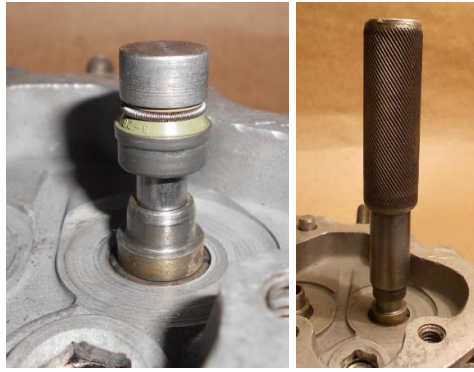
Када је доњи део мотора комплетно спакован , одредити СМТ као што је објашњено у делу 4.7.1.

Следећи корак у комплетирању мотора је склапање главе цилиндара у коју је потребно уградити, семеринге вентила, вентиле и опруге вентила.



Слика 112: Изглед главе цилиндара са горње и доње стране

Семеринзи вентила обезбеђују заптивање око вентила и спречавају да уље продре у канале главе цилиндара и даље у цилиндар. Семеринзи су уграђени коришћењем алата приказаног на слици 113.

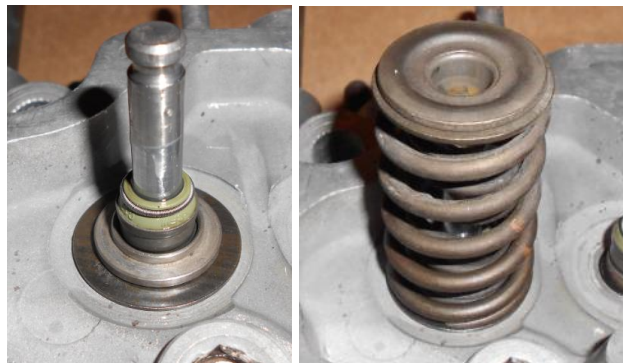


Слика 113: Алат за уградњу семеринга вентила и њихова уградња

Након што се уграде сви семеринзи вентила уградити вентиле. Следећи корак је уградња опруга вентила са својим пратећим елементима који су приказани на слици 114.

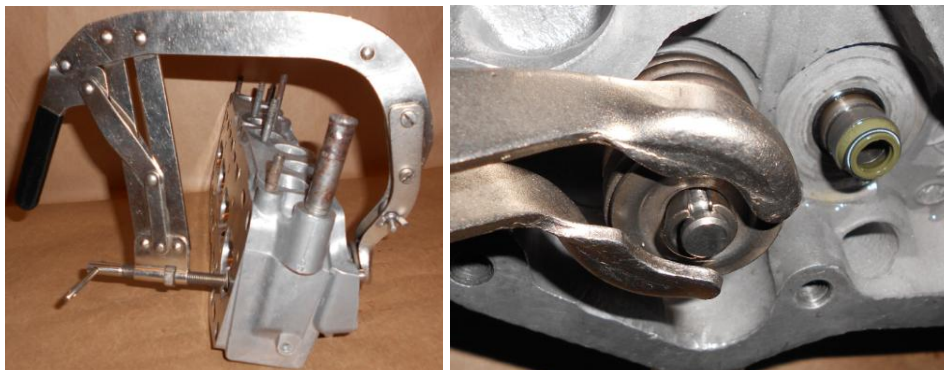


Слика 114: Опруге вентила и пратећи елементи



Слика 115: Опруге вентила и пратећи елементи и њихова уградња

Алат који је приказан на слици 116 користи се да сабије опруге како би се уградили осигурачи који наведени склоп држе у одговарајућем положају.



Слика 116: Уградња опруга вентила

Затим припремити кућиште брегастог вратила за уградњу. У кућиште је потребно уградити брегасто вратило и подизаче вентила.



Слика 117: Кућиште брегастог вратила

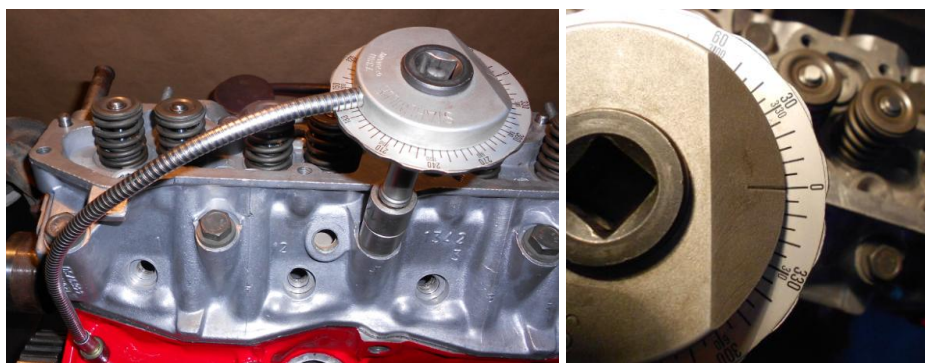
Овим кораком глава цилиндара и кућиште брегастог вратила су комплетирани и спремни за уградњу.

Поставити заптивку главе цилиндара на блок мотора. Клипове довести у раван испод СМТ (слица 118), како касније приликом уградње главе цилиндара и кућишта брегастог вратила не би дошло до контакта клипова и вентила. Обратити пажњу да заптивка заузима правилан положај.



Слика 118: Заптивка главе цилиндара

Поставити главу цилиндара на блок мотора, а вијке притегнути на начин који је објашњен у делу 3.7.1. У овом случају ради се о „новом типу“ блока и главе цилиндара, па је вијке потребно након притезња моментом од 40 Nm, притегнути и за угао од $90^\circ + 90^\circ$, при томе се придржавати редоследа притезања вијака приказаним на слици 31. За притезање вијака за одређени угао користи се алат приказан на слици 119.



Слика 119: Притезање вијака главе цилиндара угломером

Уградити кућиште брегастог вратила на главу цилиндара и вијке кућишта притегнути моментом од 20 Nm.



Слика 120: Уградња кућишта брегастог вратила

Следећи корак је подешавање зазора вентила. Зазор вентила подесити на начин који је објашњен у делу 3.5.2. Као што је већ напоменуто, пре подешавања зазора вентила вентила проверити да се клипови не налазе у близини СМТ, како приликом подешавања зазора вентила не би дошло до контакта између вентила и клипова.

Након подешавања зазора вентила, мотор довести у фазу. Довођење мотора у фазу врши се на начин који је објашњен у делу 4.7.

На мотор је потребно још уградити агрегате: карбуратор, пумпу за воду, разводник паљења, пумпу за гориво, свећице. Након тога мотор је спреман за уградњу у возило.

Напомена: Мотор је доведен у фазу према подацима датим у табели 11 за брегасто вратило КАТКАМС, такође је и зазор подешен према датој табели. Међутим услед техничких проблема да наведеним брегастим вратилом, у мотор је уграђено фабричко брегасто вратило, фабричка зупчаста ременица брегастог вратила и зазор вентила подешен према фабричким вредностима, тако да је мотор доведен у фазу према реперним ознакама. Ово ће се наравно одразити на перформансе мотора, тако да је у будућности планирана замена фабричког брегастог вратила адекватним, како би се искористио пун потенцијал урађених модификација.



Слика 121: Мотор DMB 128A6 након реконструкције

5. Мерење перформанси мотора и резултати мерења

Након комплетирања мотор је уграђен у возило Застава Корал, слика 122, и након 1000 *km* разраде извршено је мерење на динамометарским ваљцима са ретардер кочицом марке HOFFMAN SP-4 2WD DYNO према стандарду ISO 1585 [12] у БОБО СПОРТ радионици у Смедереву.



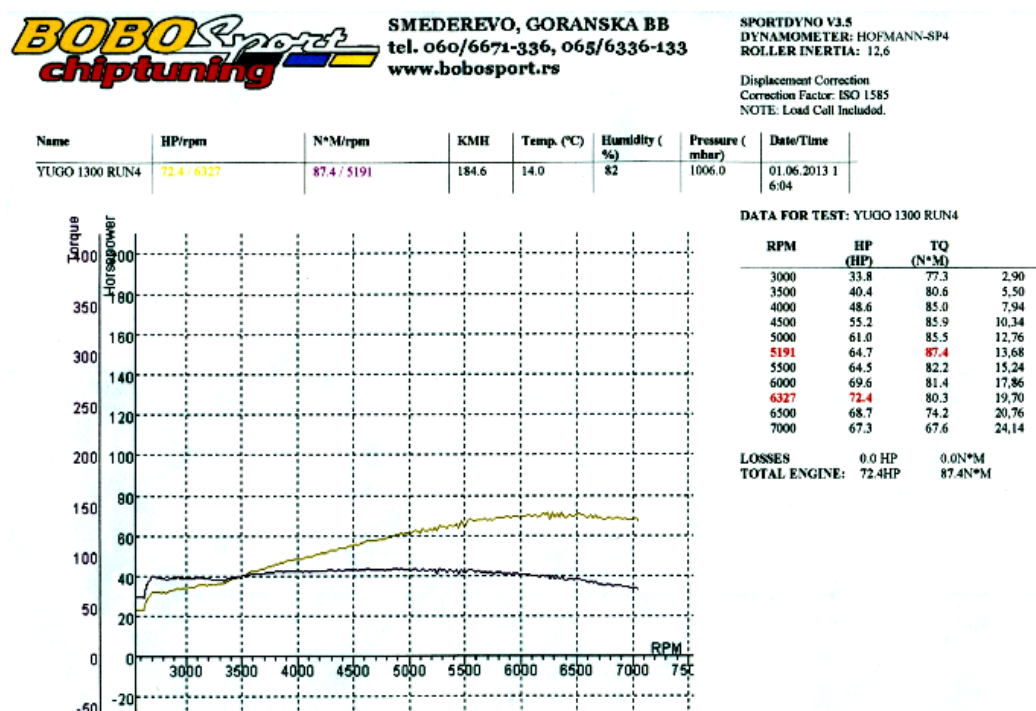
Слика 122: Возило Застава Корал Ин

Мерење се врши на тај начин што се возило са погонским точковима постави на динамометарске ваљке и након чега се врши усаглашавања показних инструмената на возилу (брзиномер и показивач броја обртаја) са уређајем за мерење. Када се изврши усаглашавање, у IV степену преноса број обртаја мотора се устали на 2500 min^{-1} , а затим се притиска пун гас и вози се до броја обртаја на ком се очекује максимална снага. Обзиром да се у овом случају у мотору налази фабричко брегасто вратило и да се са њим максимална снага од 48 kW (65 КС) остварује при 5800 min^{-1} , вожено је до 7000 min^{-1} како би били сигурни да се забележи максимална снага уколико је померена ка вишим обртајима. Када се постигне 7000 min^{-1} притиска се педала спојке и пушта педала гаса. Педала спојке остаје притиснута све док се точкови не зауставе. У периоду од притискања педале спојке до заустављања точкова обрачунавају се губици у трансмисији. Као резултат мерења добија се график приказан на слици 124 који приказује снагу и обртни момент мотора на замајцу.



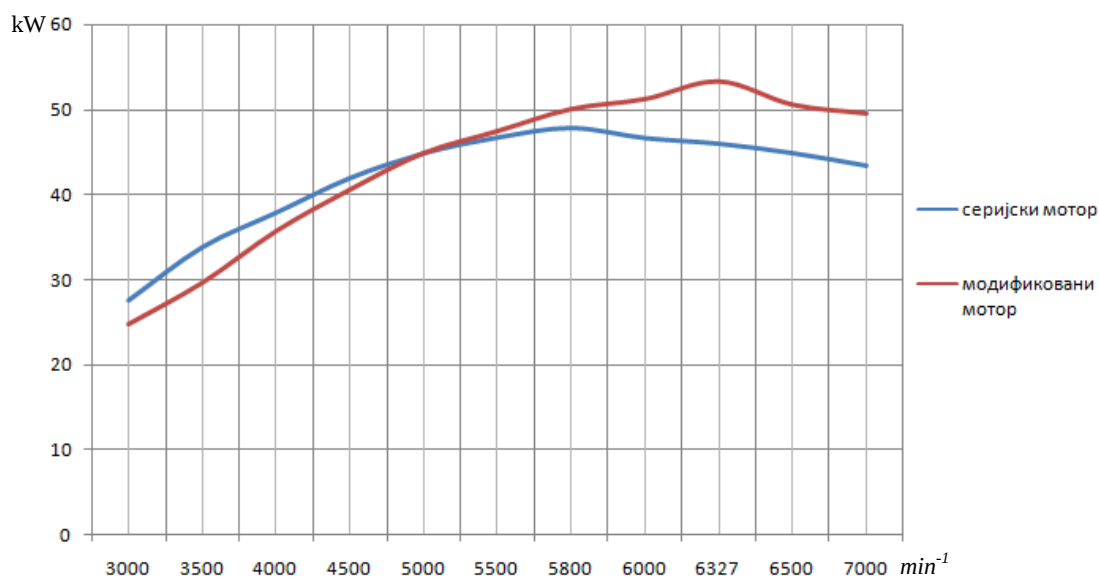
Слика 123: Динамометарски ваљци

Са графика се види да је максимална снага мотора 53,2 kW (72,4 КС) при 6327 min^{-1} , а максимални обртни момент 87,4 Nm при 5191 min^{-1} .



Слика 124: График снаге и обртног момента мотора добијен на динамометарским ваљцима

На слици 125 приказан је упоредни график снаге серијског мотора и модификованог мотора. На графику се види да се максимална снага остварује на већем броју обртаја у односу на серијски мотор. Такође се може приметити и да је на нижим бројевима обртаја снага незнатно нижа у односу на серијски мотор, и да је сама крива снаге померена ка вишим обртајима, што и јесте специфичност форсираних мотора.



Слика 125: Упоредни график снаге серијског и модификованог мотора

6. Закључак

Не доноси свака модификација на мотору повећање снаге, може се десити да уместо повећања дође и до смањења. Због тога је потребно реконструкцији мотора приступити пажљиво, јер је сваки део мотора, део и неког склопа. Потребно направити одређени број компромиса како би сви делови били на најбољи начин усаглашени, јер што се на једној страни добије на другој се изгуби.

Многи повећање перформанси повезују са модификовањем главе цилиндара, системом за напајање горивом, брегастим вратилима и издувним системом, што и јесте тачно. Ипак не треба заборавити да се и модификовањем клипног механизма доста добија, јер се снага која би се иначе трошила на савладавање отпора трења може ефикасније искористити.

Мотор који је тема овог рада биће коришћен у свакодневном саобраћају, самим тим морао је се направити одређени број компромиса како би исти задржао возне карактеристике и на нижим режимима вожње. Код модификовања мотора који се користе у такмичарске сврхе занемарују се возне карактеристике на нижим режимима вожње, јер такав мотор ради или у режиму празног хода или под пуним оптерећењем.

Даље мере за побољшање перформанси мотора биле би: замена фабричког „спортским“ брегастим вратилом, уградња двоструких карбуратора, 4-2-1 издувног колектора, а све у циљу даљег повећања снаге мотора.

7. Литература

- [1] Застава аутомобили, Сервисно упутство – Застава аутомобили, Крагујевац
- [2] Заводи Црвена Застава, Сервисно упутство – Застава 101, Крагујевац 1975.година
- [3] Guy Croft, Modifying and tuning Fiat/Lancia twin-cam engines, Motor racing publications ltd, Great Britain
- [4] Приручник F.L.Facchinelli „Elaboriamo Il 4 tempi - teoria e pratica per l'elaborazione dei motori a 4 tempi“, Motor books tech, Trento Italia 1995.
- [5] Спортски ауто и картинг савез Србије – правилници о ауто тркама на кружним и брдским стазама за 2012. годину
- [6] Проф. Драгољуб Радоњић, Предавања и вежбе из предмета Конструкција и прорачун мотора СУС
- [7] Техничка документација „Застава аутомобили“ и “Југо спорт“ Крагујевац
- [8] A. Graham Bell, Four-stroke performance tuning third edition, Haynes publishing, Sparkford Great Britain 2006.
- [9] Проф. Небојша павловић, Припрема тркачког аутомобила, Београд 1989.година
- [10] Ћорић Д. „Застава YUGO KORAL 55-60-65“, Техничка књига, Београд 1997.година
- [11] http://www.catcams.com/products/camshafts/datasheet.aspx?ENGINE_id=147&CAMSETUP_id=454 , 15.03.2014.
- [12] Стандард ISO (SRPS) 1585:2013, Road vehicles - Engine test code - Net power (Друмска возила - Испитивање мотора - Нето снага)
- [13] Стандард за одређивање степена компресије ЗАСТАВА 7.11024, 10.1.68