

МОБИЛНЕ МАШИНЕ

I

предавање 5.2



*дизел мотори,
системи мотора*



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ

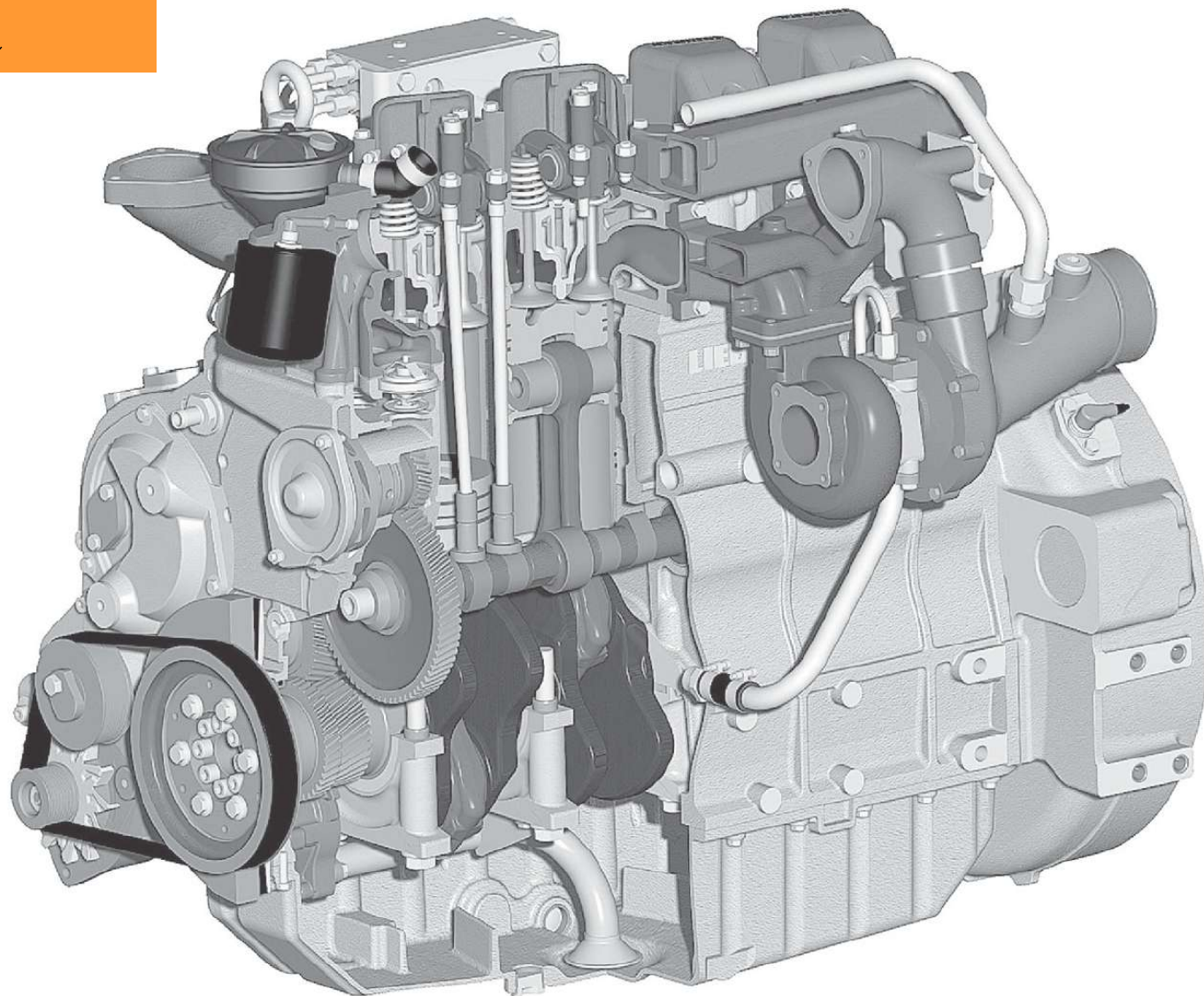
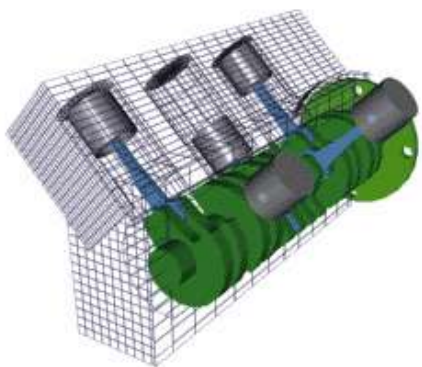
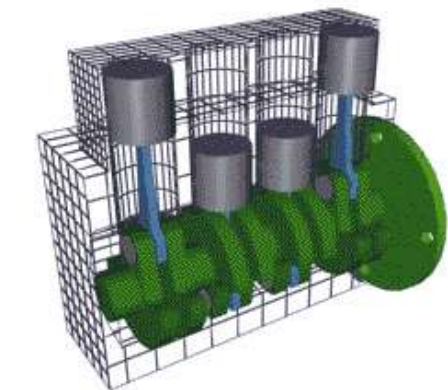


Катедра за транспортну технику и логистику

проф. др Драгослав Јаношевић

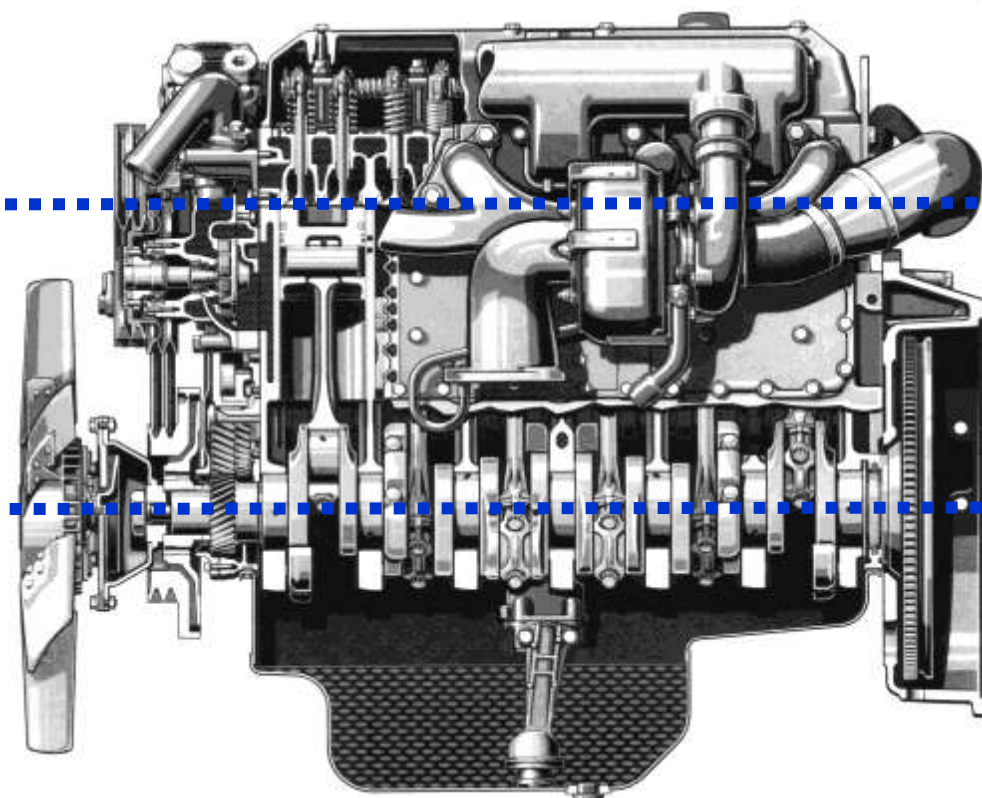
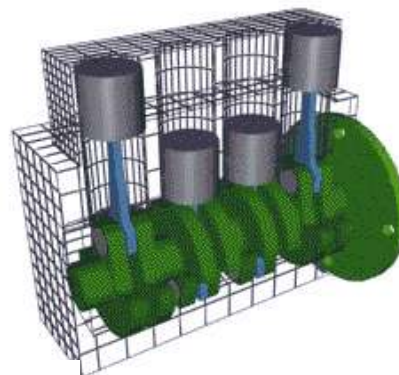
ttl

Системи мотора



ОСНОВНИ СКЛОПОВИ МОТОРА

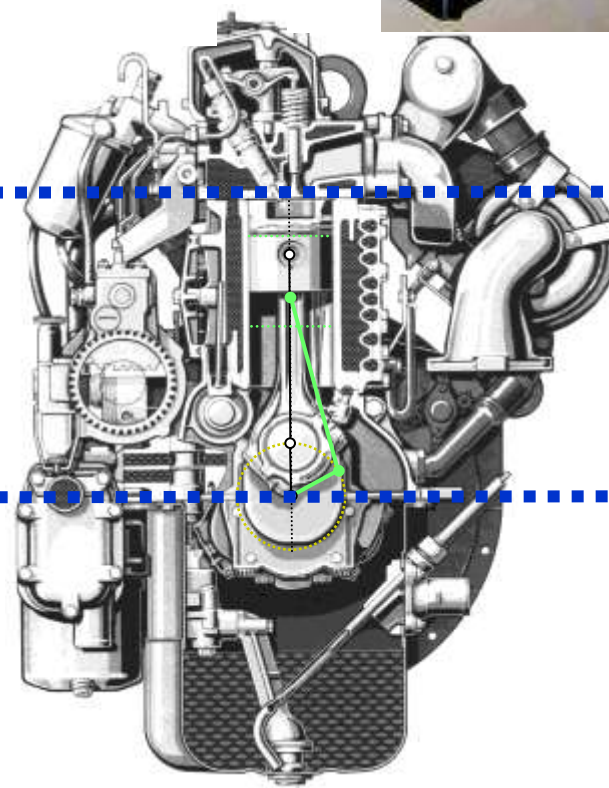
R линијски распоред цилиндара



глава
(поклопац)
мотора

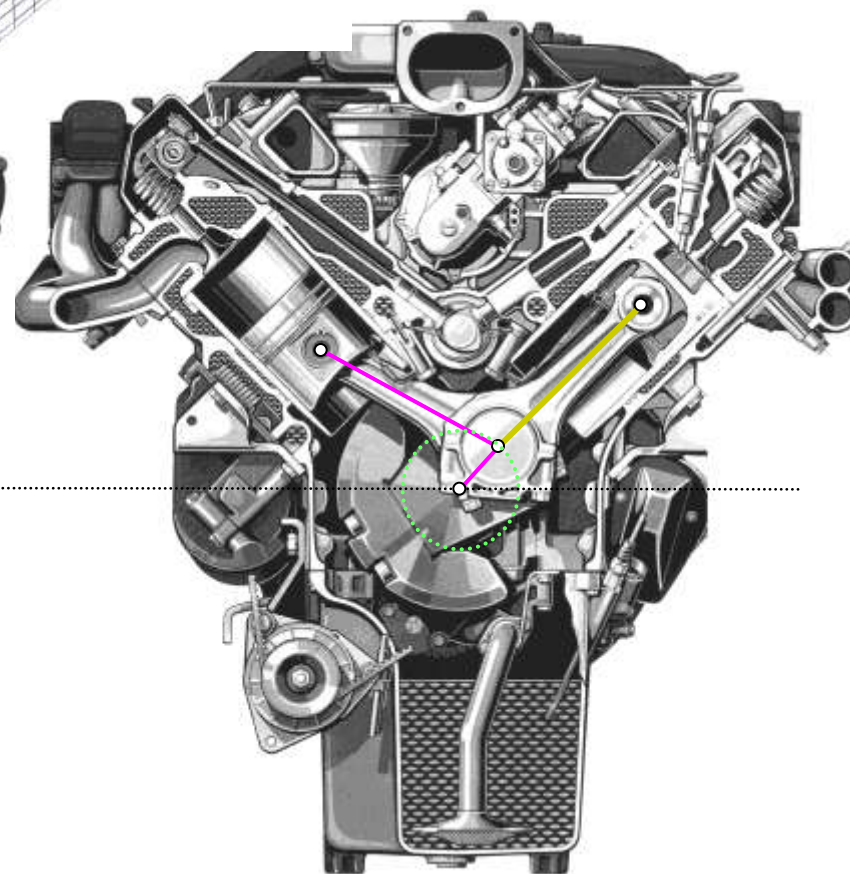
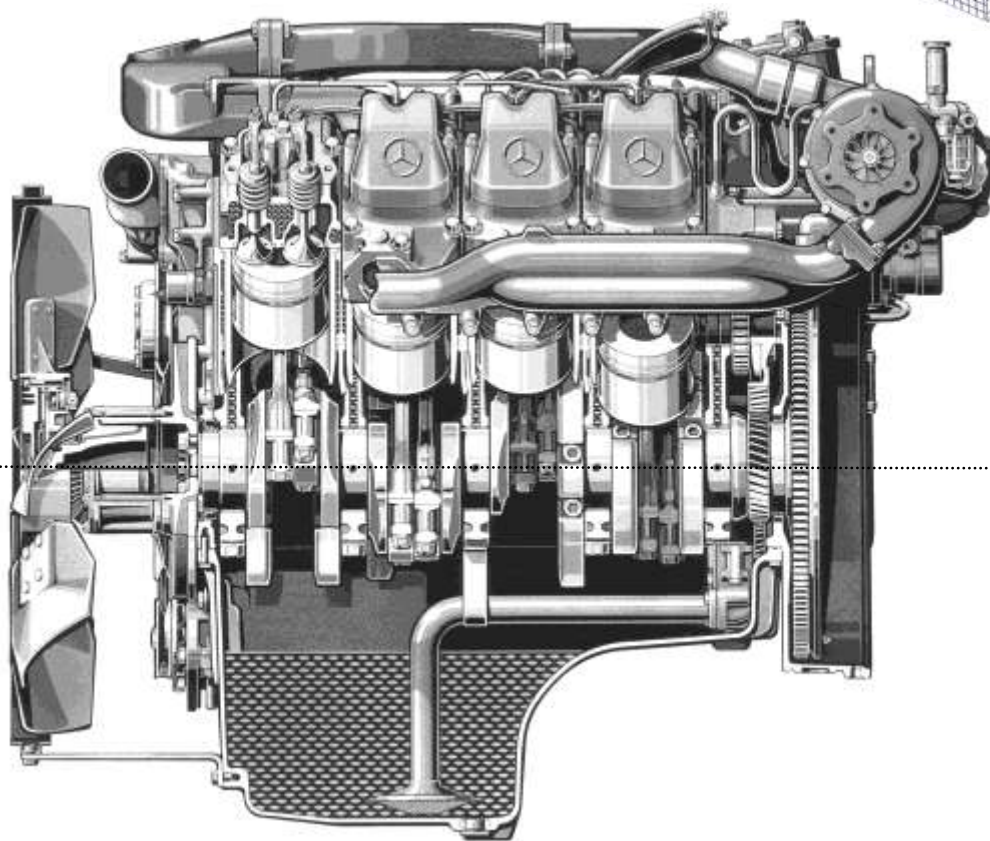
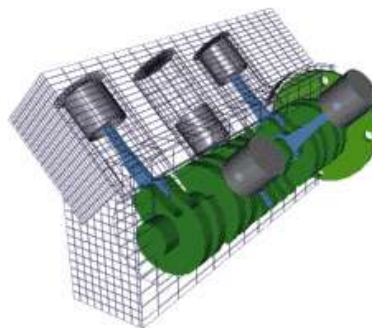
блок
(тело)
мотора

корито
(картер)
мотора

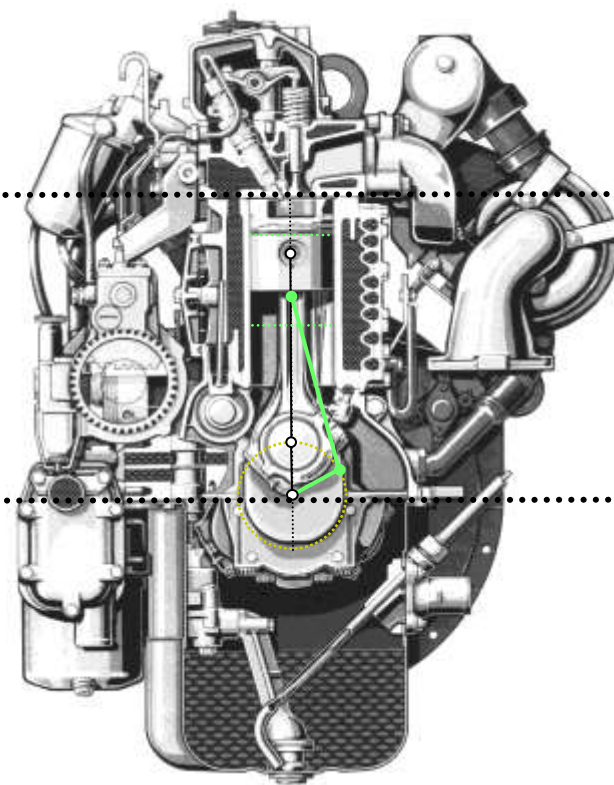
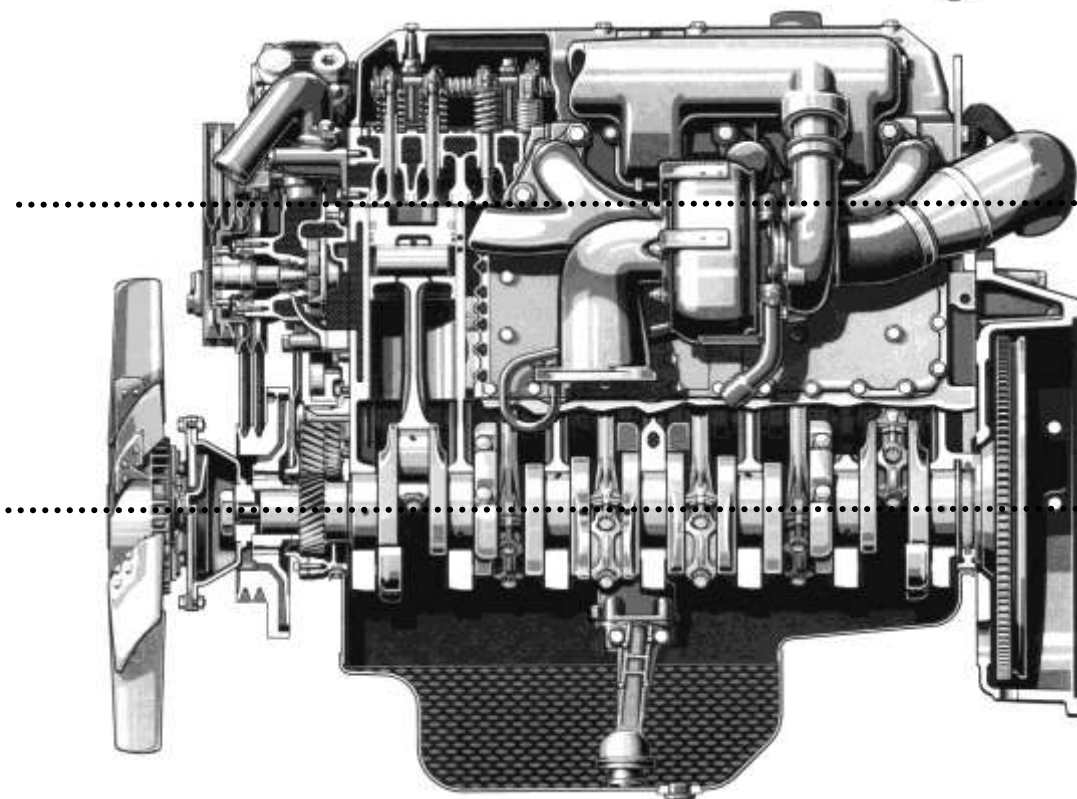
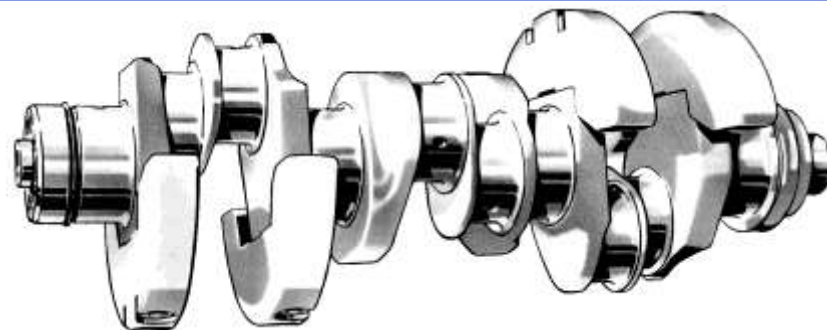
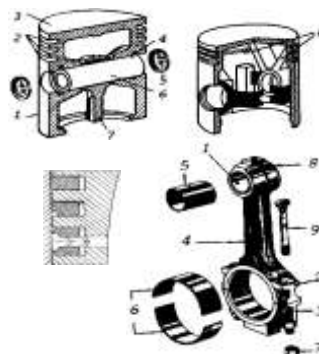


ОСНОВНИ СКЛОПОВИ МОТОРА

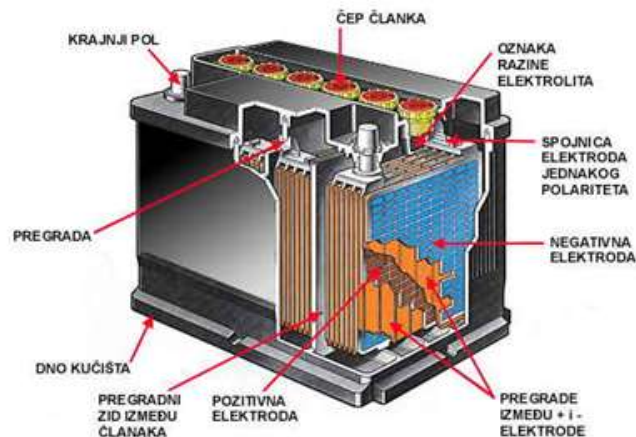
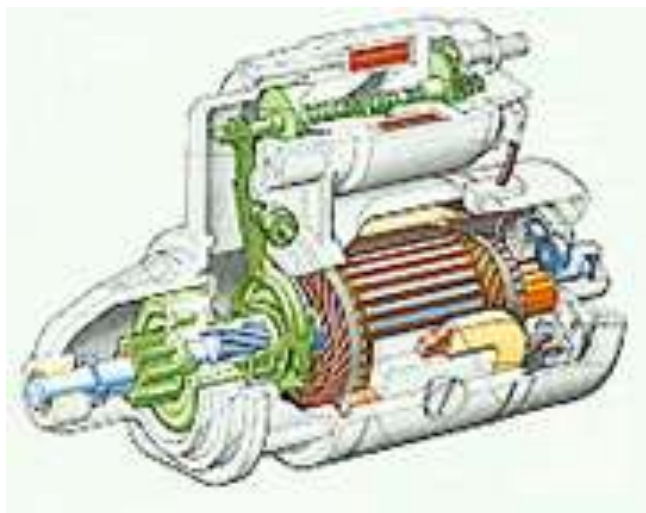
V распоред цилиндара



Клипни механизам



Систем покретања мотора



Електрични покретач

Мотори с унутрашњим сагоревањем покрећу се електричним мотором. Пре него што се дизел мотор оспособи да сам ради, мора постићи довољну температуру у коморама за сагоревање. За то је потребан одређени минимални број обртаја ($80-160 \text{ min}^{-1}$).

На вратилу ротора **електричног покретача** је зупчаник, који при покретању захвати зупчасти венац на замајцу мотора и окреће га заједно са коленастим вратилом.

У тренутку кад мотор проради својом снагом, електрични покретач се искључује.

Магнетни прекидач (релеј) је повезан с виљушастом укључном полутом која потисне мали зупчаник у озубљење на замајцу.

Аккумулятор при покретању дају електричну енергију електричном покретачу.

Усисни и издувни системи мотора

Усисни систем

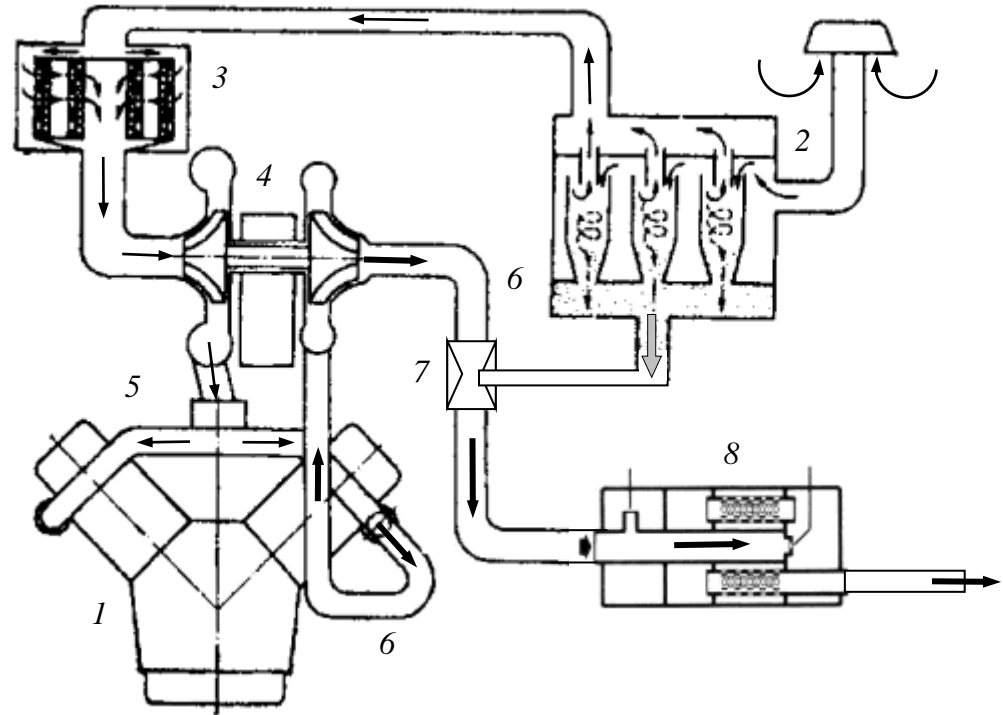
има задатак да усисани ваздух из атмосфере, неопходан за сагоревање горива, са што већим степеном прочисти од нечистоћа (прашине) и уз што мање отпоре доведе до цилиндара мотора.

Ваздух се пречишћава на тај начин што мотор (1) ваздух усисава преко предпречистача (2) и основног пречистача (3).

Прочишћени ваздух се даље помоћу турбо пуњача (4) потискује у усисну грану (5) мотора. За усисавање прашине из предпречистача на издувну грану (6) се уграђује ејектор (7) који помоћу издувних гасова ствара неопходни подпритисак усисавања.

Табела Т3.8 Европски прописи за издувну емисију дизел мотора

Стандард/година ECE 49	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	честице [g/kWh]	
EURO-00/1983	14,0	3,5	18,0	<85 kW	>85 kW
EURO-0 /1990	11,2	2,7	14,4		
EURO-1 /1992	4,5	1,1	8,0	0,63	0,36
EURO-2 /1996	4,0	1,1	7,0	0,30	0,15
EURO-3 /2000	2,0	0,6	5,5	0,15	0,10



Усисни системи мотора

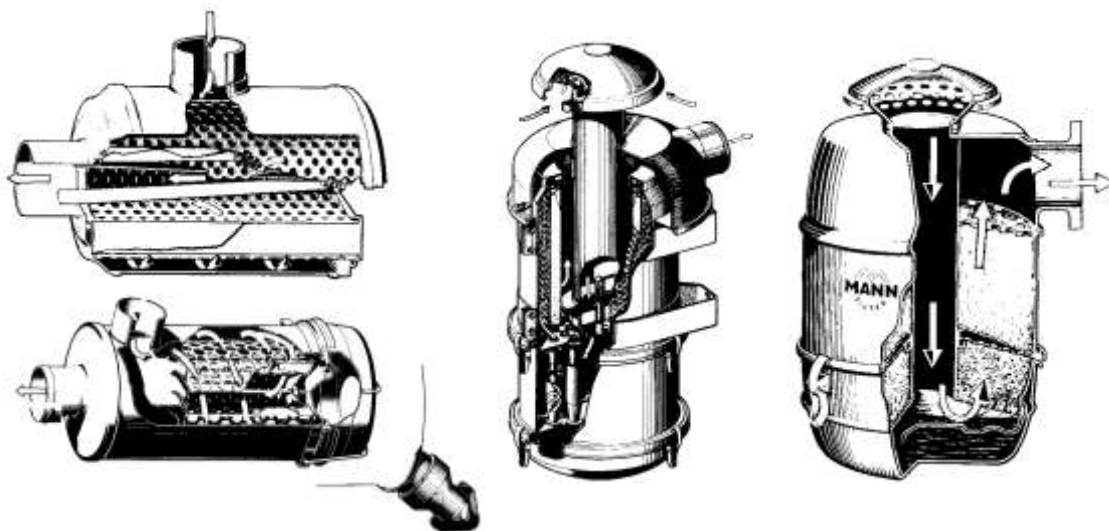
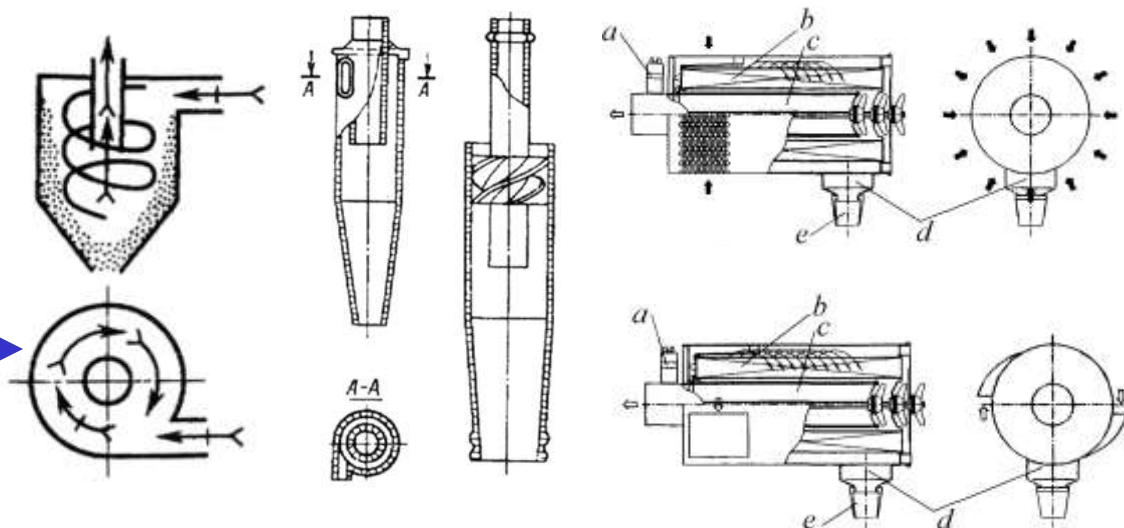
У зависности од начина издвајања честица прашине, постоје:

инерциони и

филтрирајући

пречистачи ваздуха.

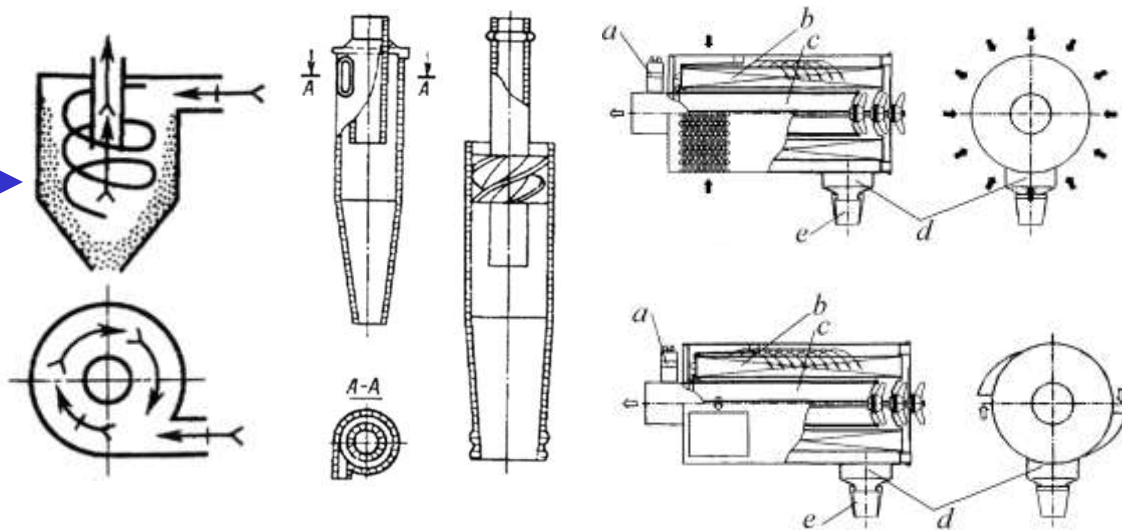
Поред ове постоји и подела на **мокре и суве**, у зависности од тога да ли је филтерски елеменат (уложак) навлажен уљем по целој ефективној површини за хватање честица прашине, или није.



Усисни ситеми мотора

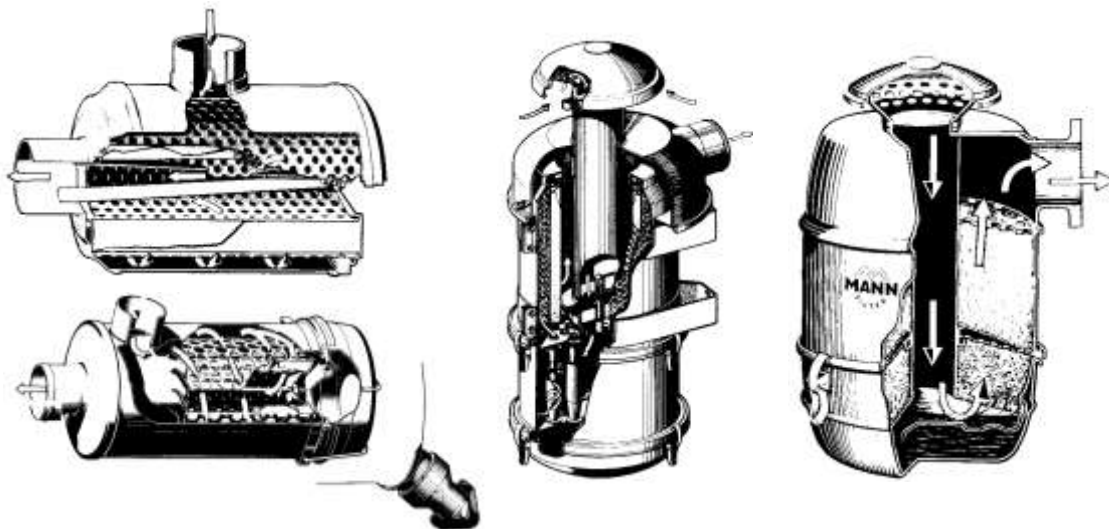
инерциони пречистачи

Инерциони начин пречишћавања ваздуха се заснива на ефекту убрзавања и промене правца кретања ваздуха у пречистачу. При чему су, због много веће густине материјала честица од густине ваздуха, силе инерције које делују на честице прашине знатно веће тако да честице прашине при промени правца кретања настављају да се крећу по почетној путањи и издвајају се из струје ваздуха.



филтрирајући пречистачи

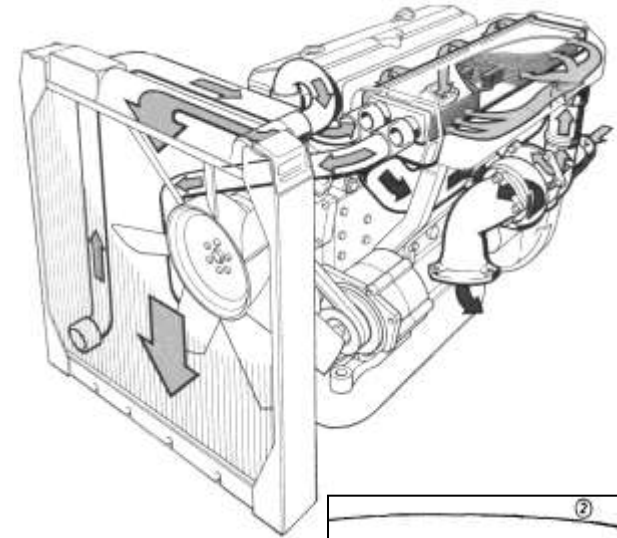
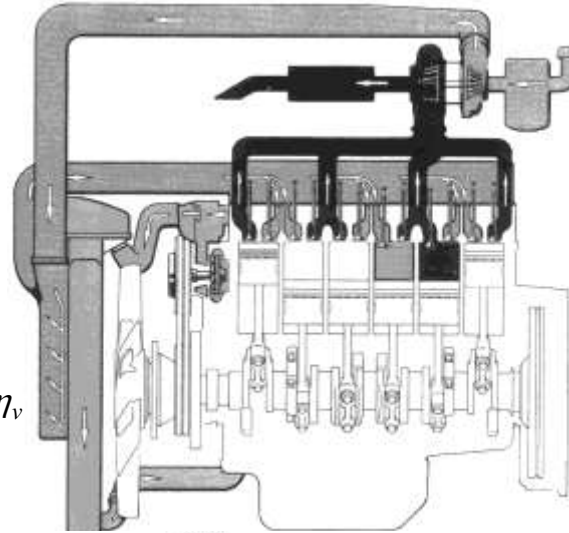
Филтерски начин пречишћавања ваздуха од прашине се базира на просисавању струје ваздуха кроз различите филтерске елементе (улошке) који задржавају честице чија је величина већа од величине пора материјала филтера. Филтерски елементи су папирнати или од металних влакана натопљених уљем.



Турбо пуњачи – турбошаржери

$$N_e = F_i v \eta_e = p_i \frac{d^2 \pi}{4} h \frac{n_e z}{30 \tau} \eta_e$$

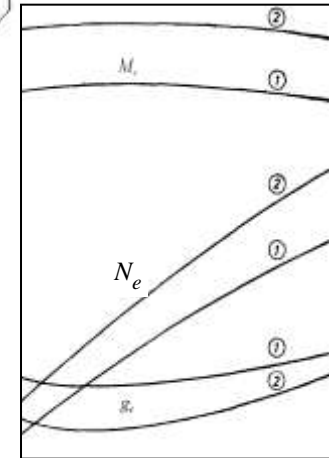
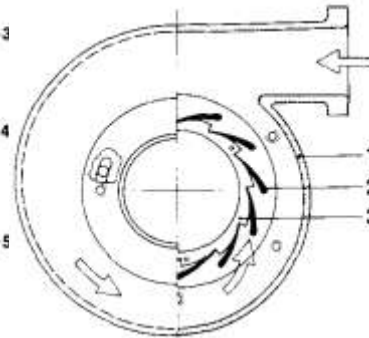
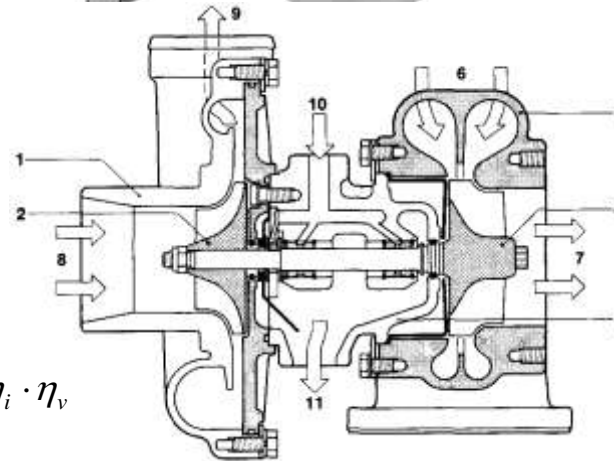
$$p_i = \frac{H_d}{I_o \lambda} \frac{p_o}{RT_o} \eta_i \cdot \eta_v = \frac{H_d}{I_o \lambda} \rho_v \cdot \eta_i \cdot \eta_v$$



Поступак међухлађења (Intercooler)

$$N_e = F_i v \eta_e z = p_i \frac{d^2 \pi}{4} h \frac{n_e z}{30 \tau} \eta_e$$

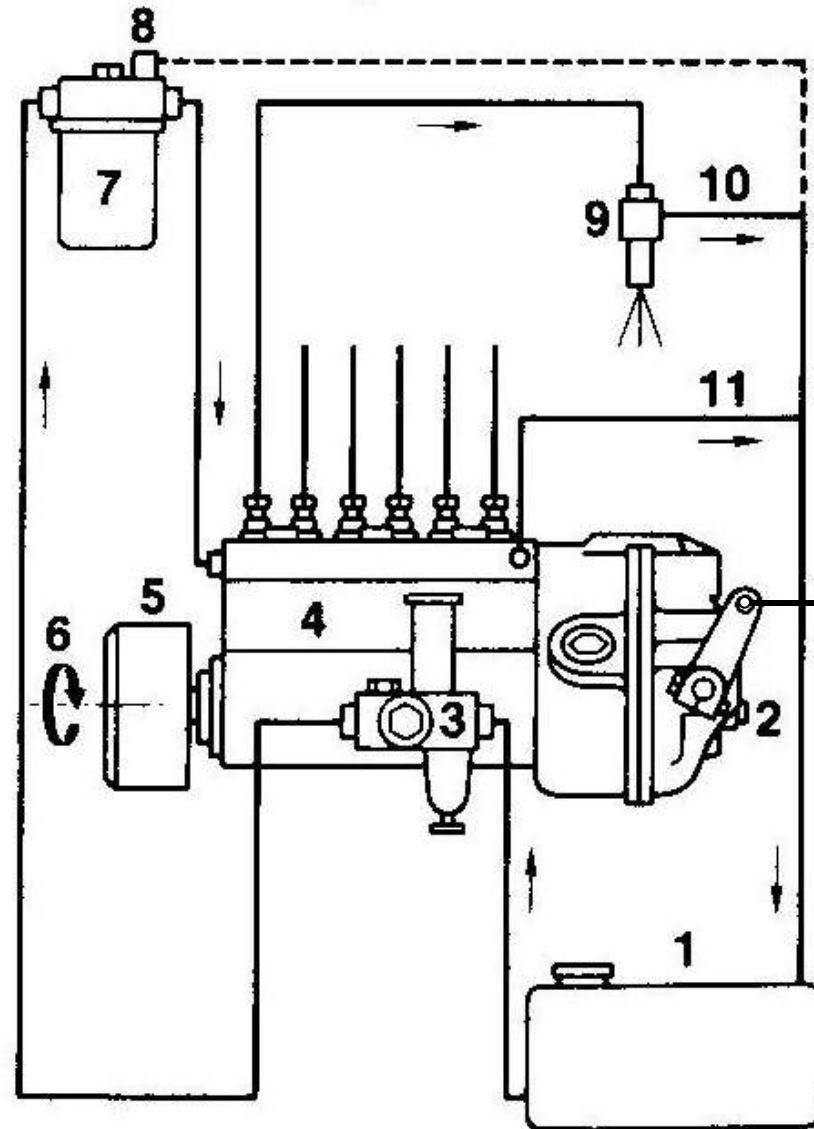
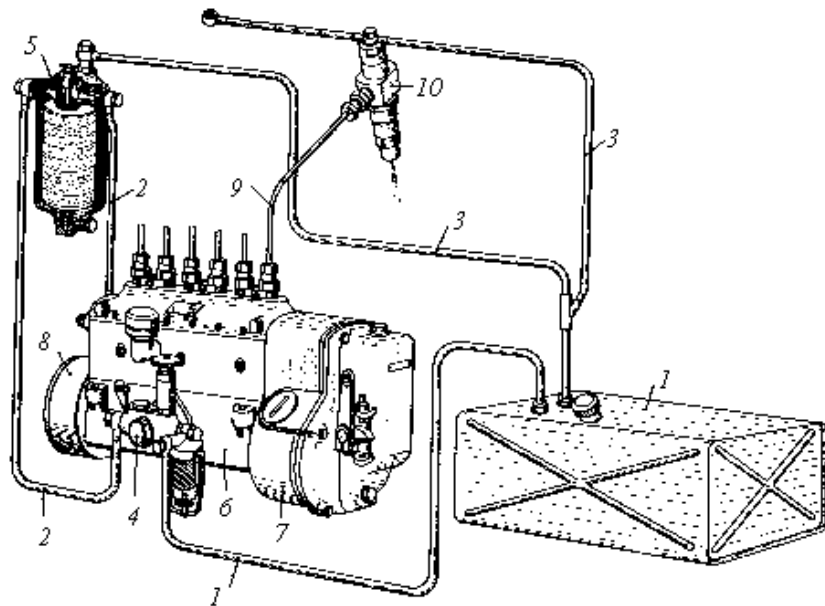
$$p_i = \frac{H_d}{I_o \lambda} \frac{p_o}{RT_o} \eta_i \cdot \eta_v = \frac{H_d}{I_o \lambda} \rho_v \cdot \eta_i \cdot \eta_v$$



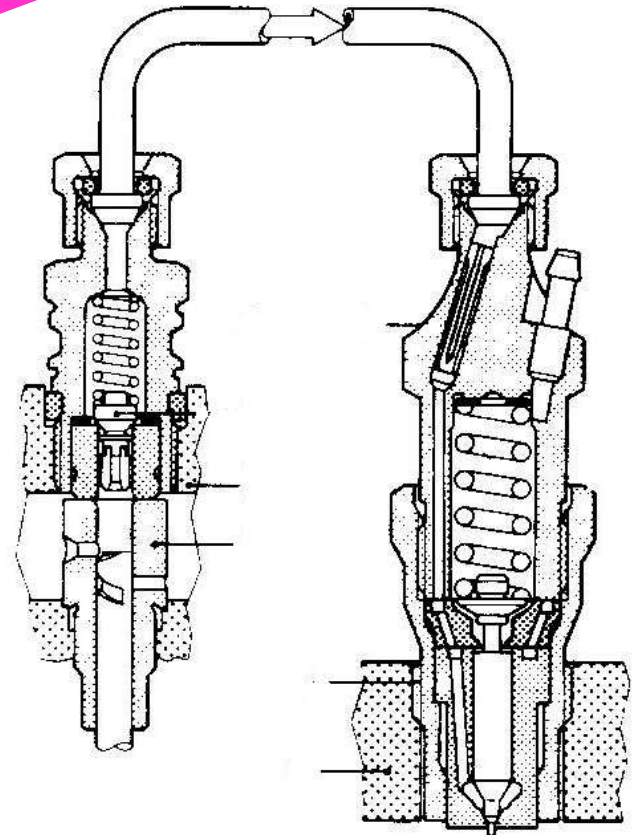
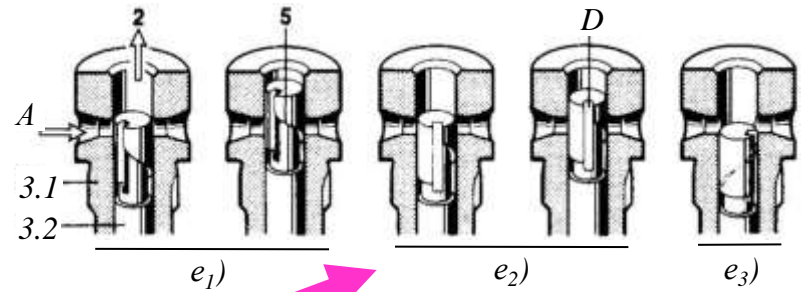
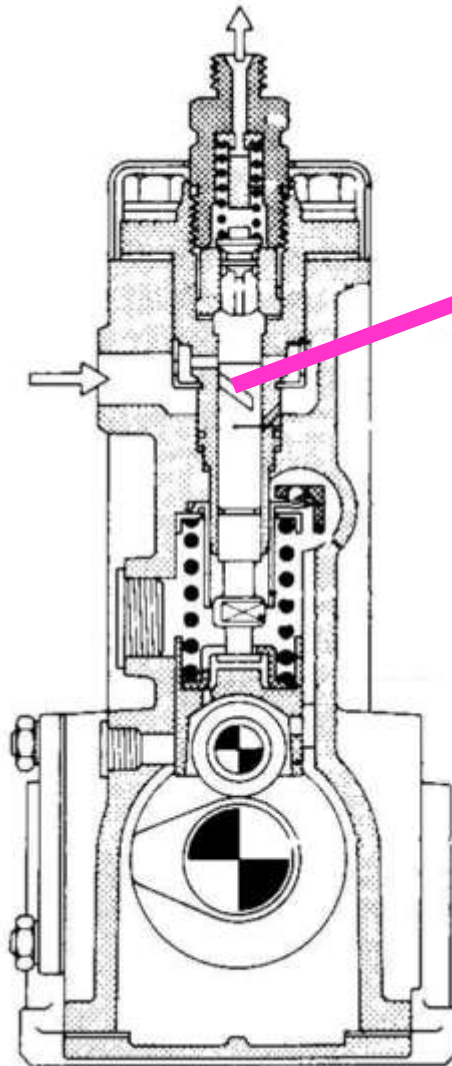
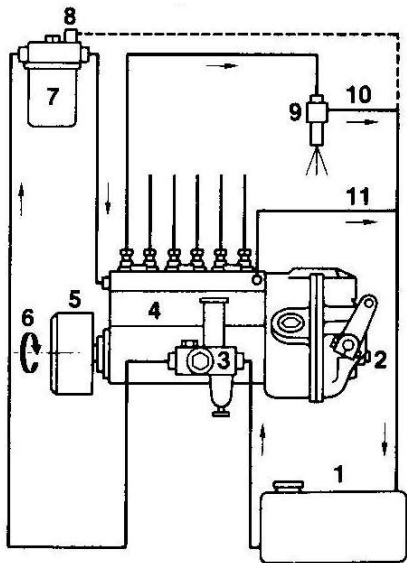
Сл.3.1.13. Турбопуњачи: а) Начин кретања ваздуха и издувних гасова: 1-мотор, 2-турбопуњач, 3-вентил регулатора притиска прехранивања; б) конструкција турбопуњача: 1-кућиште компресора, 2-лопатице пумпног кола, 3-кућиште турбине, 4-лопатице турбине, 5-кућиште лежајева, 6-улаз издувних гасова, 7-излаз издувних гасова, 8-улаз свежег ваздуха, 9-излаз сабијеног ваздуха, 10-улаз уља, 11-излаз уља; в) Турбина променљиве геометрије: 1-кућиште турбине, 2-лопатице турбине са могућношћу закретања, 3-профилни закретни механизам. Карактеристике мотора: 1-са атмосферским



Систем напајања мотора горивом

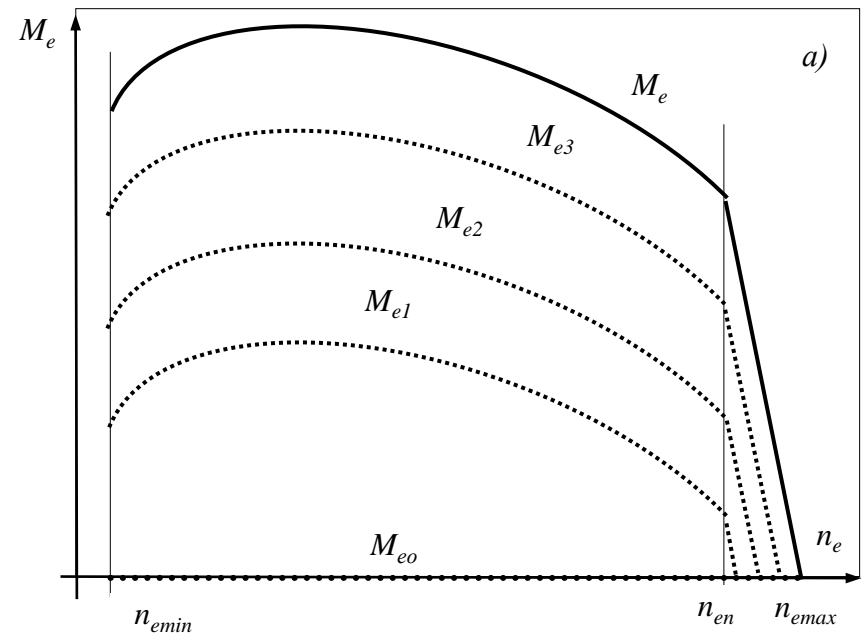
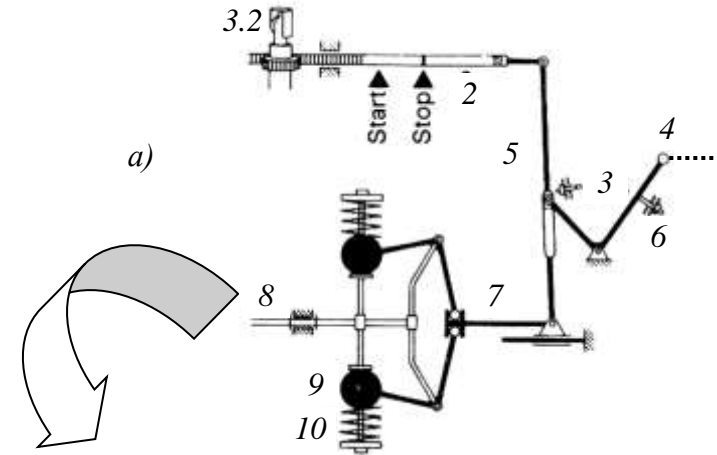


Систем напајања мотора горивом



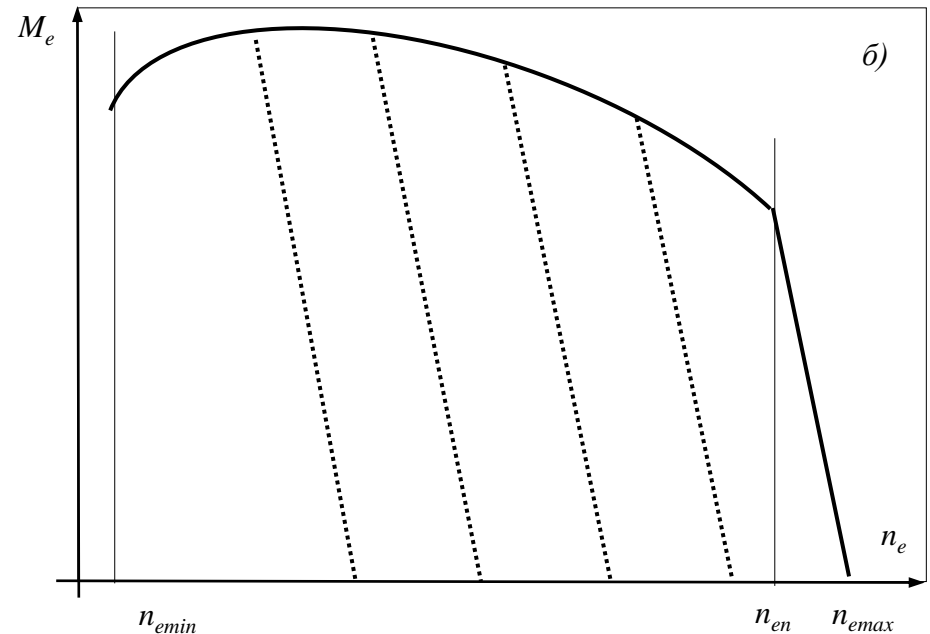
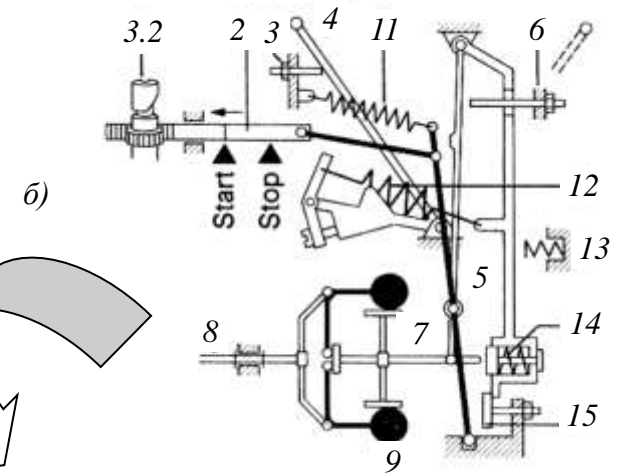
Регулација мотора

Дворежимски регулатори одржавају минимални број обртаја растерећеног мотора, али и ограничавају убрзавање мотора изнад максимално одређеног броја обртаја, без обзира на оптерећење мотора. Регулација се остварује ограничавањем количине убризганог горива у мотор механичким или електричним путем. У области између максималног и минималног броја обртаја мотора, регулацију количине убризганог горива врши сам возач деловањем команде гаса. Повећањем броја обртаја долази истовремено и до повећавања количине убризганог горива. С друге стране са повећавањем броја обртаја се повећава и отпор усисавања ваздуха па је количина усисаног ваздуха у цилиндру мотора мања.



Регулација мотора

Сверезимски регулатори могу одржавати било који потребни број обртаја између минималног и максималног броја обртаја. Због тога налазе широку примену код мобилних машина, возила на железници и бродоградњи. Сверезимски регулатори су конструкционо веома слични дворезимским регулаторима. Померањем команде гаса до крајњег положаја добија се максимални број обртаја мотора, или померањем у супротном смеру добија се регулација на мањим бројевима обртаја све до потпуног заустављања мотора



Систем убризавања горива

Директно убризавање

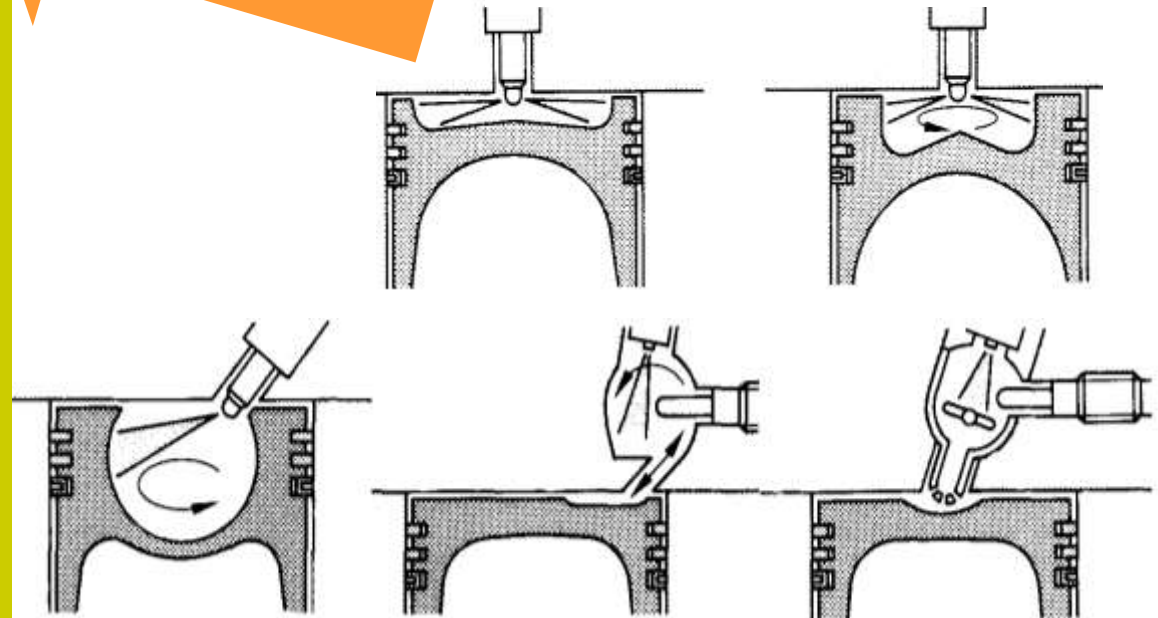
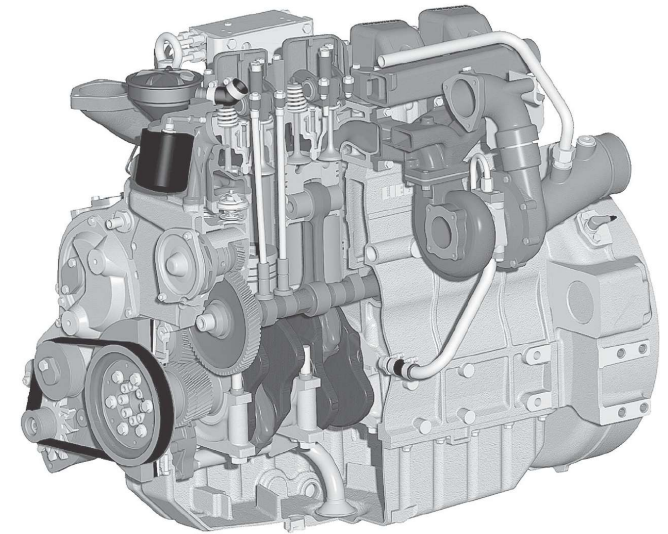
Код мотора са директним убризавањем конструкција простора за сагоревање је релативно једноставна.

Убризавање се врши директно на чело клипа, који на себи може имати различита удубљења ради постизања што боље турбуланције горива.

У том случају употребљавају се брызгалке затвореног типа са мањим или већим бројем ситних отвора који су обично симетрично распоређени.

Директно убризавање захтева високе притиске, специјалну конструкцију клипова, пажљиво изабран однос пречник-ход клипова са довољно радног простора за формирање хомогене смеше ваздуха и горива, тако да се углавном примењује код дизел мотора већих радних запремина.

Директно убризавање се карактерише **ударним (оштрим) радом мотора и мањом потрошњом горива**



Систем убризгавања горива

Индијектно убризгавање

се одликује постојањем предкоморе, односно гориво се убризгава у предкомору где долази до почетка сагоревања. Тек тада смеша прелази под високим притиском кроз одговарајући отвор на чело клипа где долази до потпуног сагоревања. Користе се бризгалке отвореног типа.

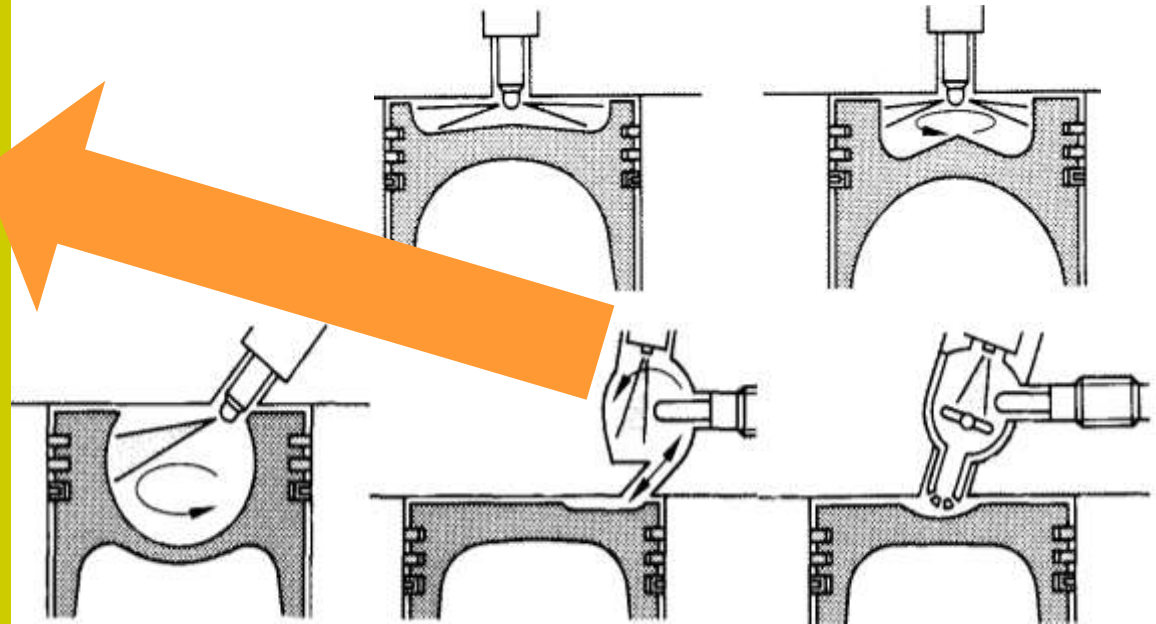
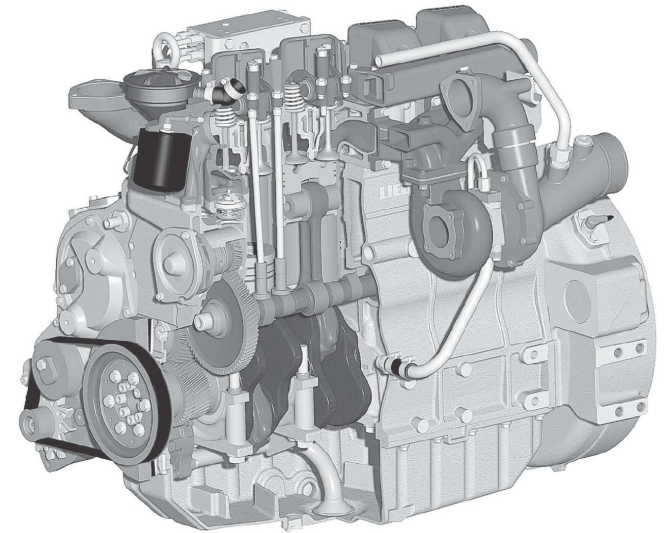
С обзиром на већи компресиони простор, мањи степен компресије, притисак у цилиндру је нешто нижи, па је отежано стартовање мотора. Због тога су неопходни електрични грејачи компресионог простора.

Код индијектног убризгавања је:

због нижих притисака могућа конструкција мотора са мањом специфичном тежином у односу на снагу мотора,

рад мотора је далеко блажи и еластичнији,

потрошња горива је већа у односу на директно убризгавање код мотора истих снага.



Систем развођења

има за задатак да у тачном периоду времена радног циклуса омогући усисавање свежег ваздуха у радни простор цилиндара, и да омогући правилно и ефикасно издувавање сагорелих гасова.

Код четворотактних мотора целокупан циклус се обави за два обртаја коленастог вратила мотора.

За то време потребно је обавити једно усисавање и једно издувавање гасова, што се постиже посредством брегастог вратила које је погонски везано ланцем зупчастим преносом, или зупчастим каишем са коленастим вратилом.

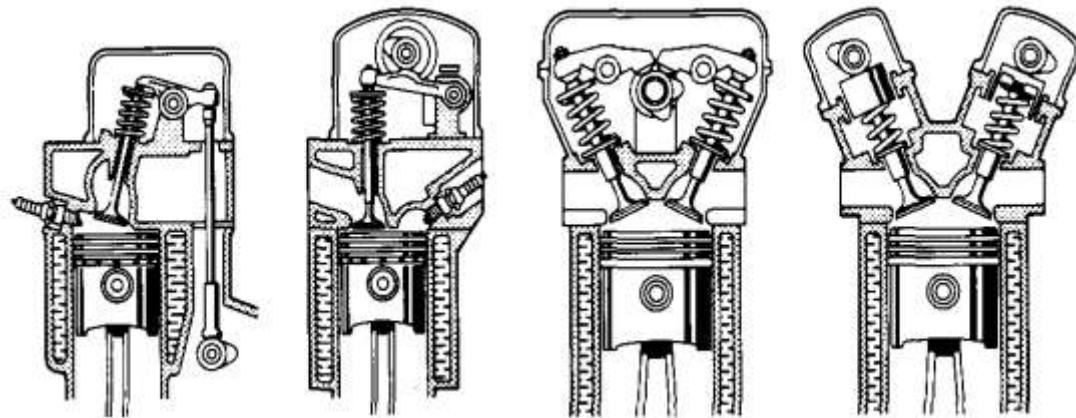
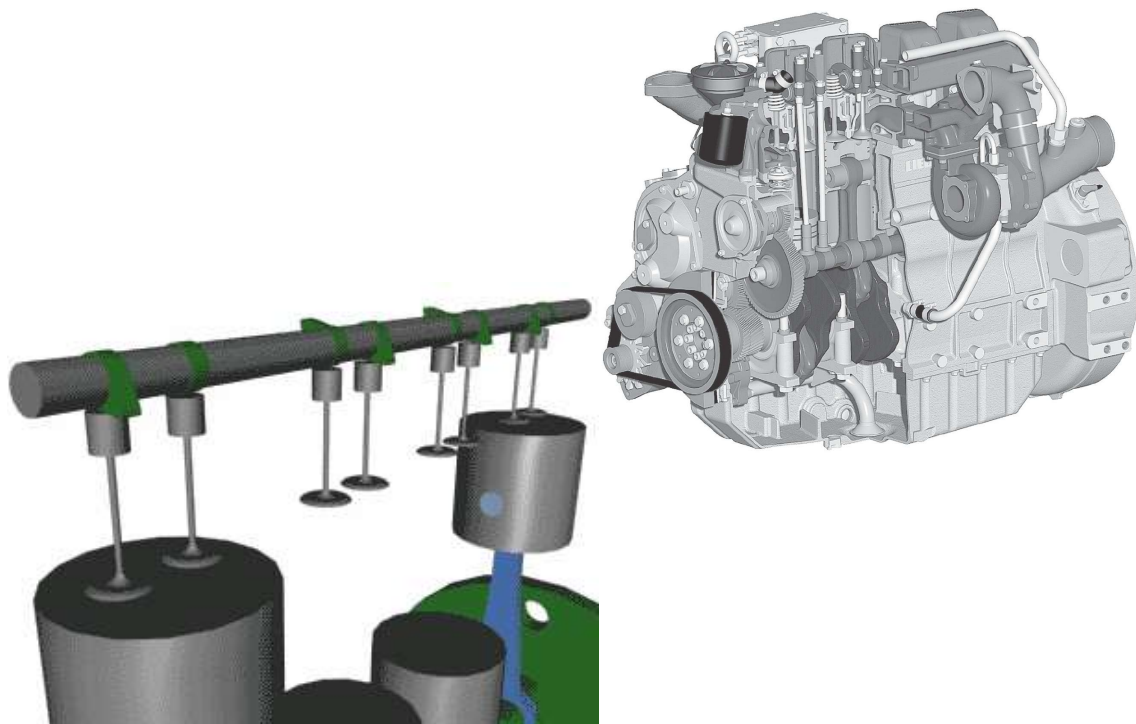
Брегасто вратило може бити смештено у

кућишту мотора (**доњи развод**) и

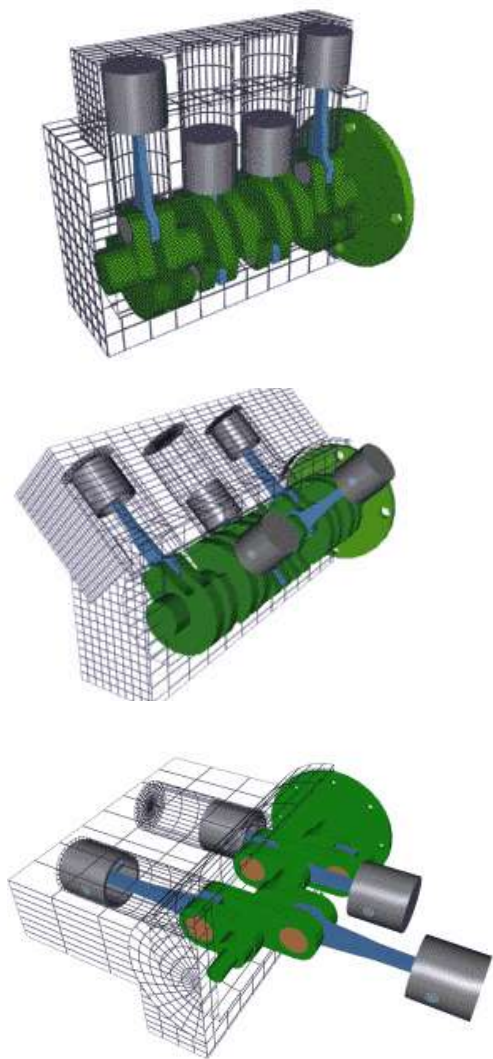
на глави цилиндра (**горњи развод**).

Доњи развод се обично користи код великих мотора и постепено се гаси, док се горњи развод користи код малих мотора и то најчешће са погоном преко зупчастог каиша.

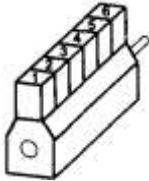
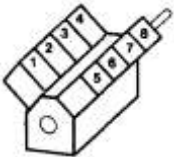
Доњи развод обично лакше решава питање погона брегастог вратила али укључује и читав низ помоћних елемената: подизаче, шипке подизача, клацкалице итд.



Систем развођења



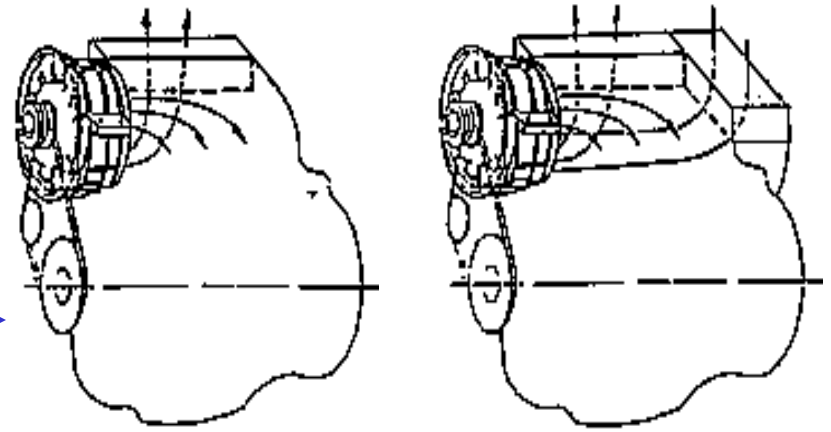
Распоред паљења цилиндара дизел мотора

Тип мотора	Број цилиндара	Редослед паљења
	4	1-3-4-2 1-2-4-3
	5	1-2-4-5-3
	6	1-5-3-6-2-4 1-2-4-6-5-3 1-4-2-6-3-5 1-4-5-6-3-2
	8	1-6-2-5-8-3-7-4 1-3-6-8-4-2-7-5 1-4-7-3-8-5-2-6 1-3-2-5-8-6-7-4
	4	1-3-2-4
	6	1-2-5-6-4-3 1-4-5-6-2-3
	8	1-6-3-5-4-7-2-8 1-5-4-8-6-3-7-2 1-8-3-6-4-5-2-7
	4	1-4-3-2



Системи хлађења мотора

ваздушни

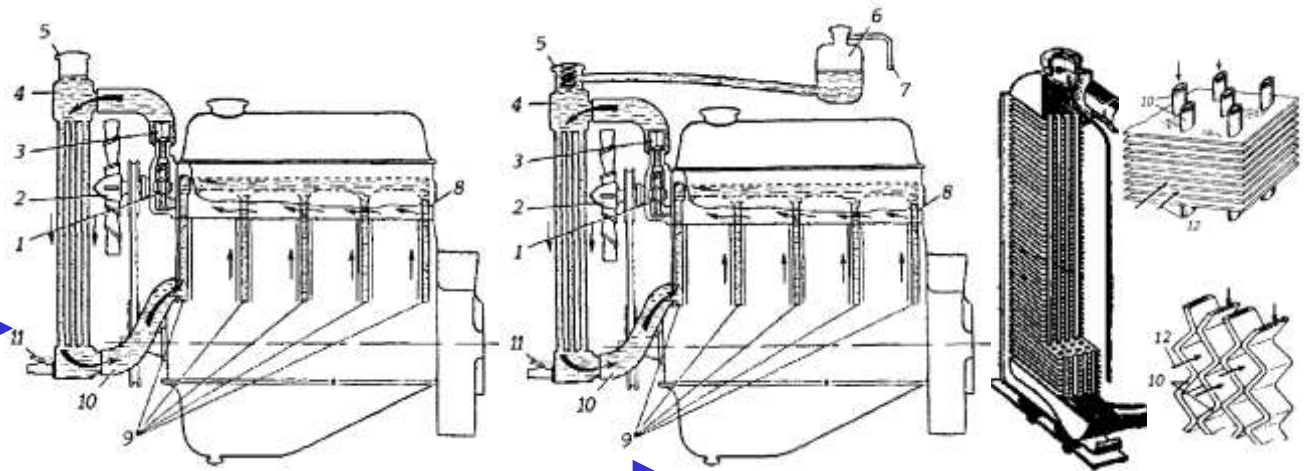


Сл.3.1.15. Будућно хлађени мотори: а) прелаз ваздуха преко цилиндарске главе, б) прелаз преко главе уз додатно хлађење ваздуха за надпушење.

водени:

отворени систем

затворени систем

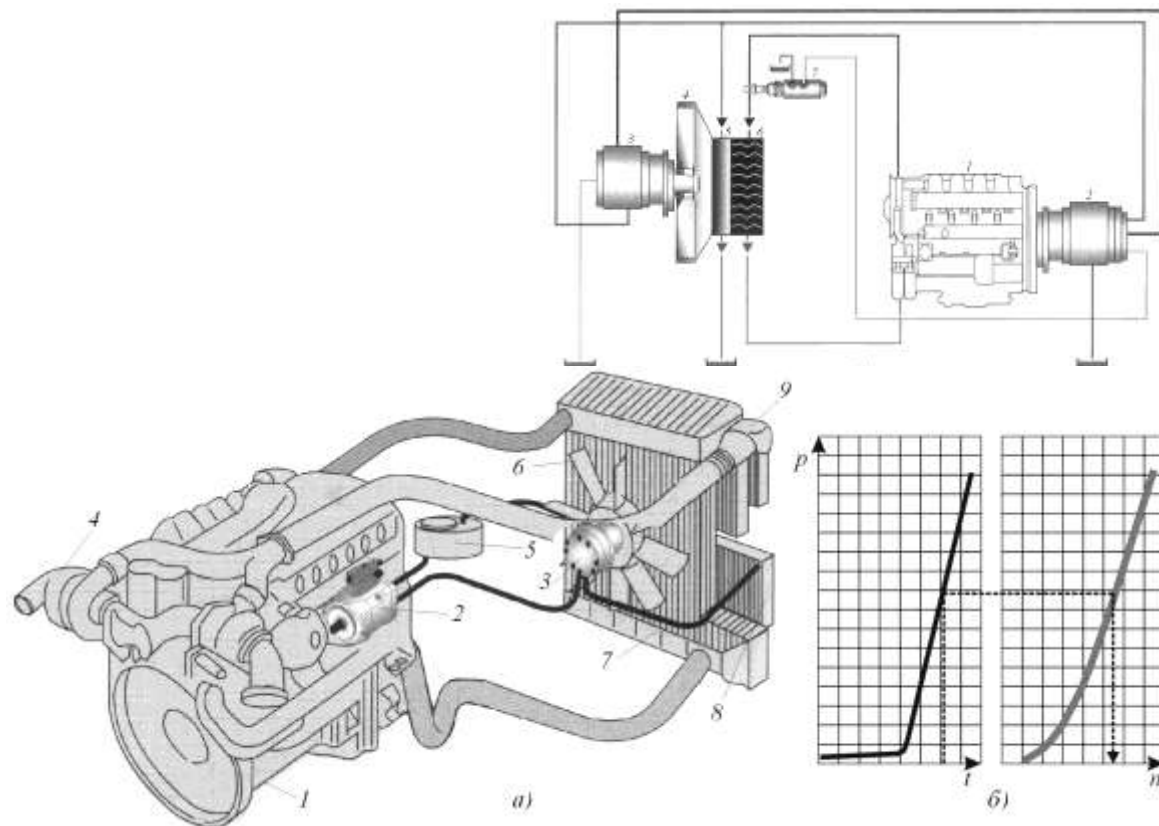


Сл.3.1.14. Системи хлађења: а) Отворени систем хлађења: 1-пумпа за воду; 2-хладњак; 3-термостат; 4-горња комора; 5-поклопац хладњака; 6-додупски резервоар; 7-одушак; 8-каналы у глави мотора; 9-каналы у блоку мотора; 10-доња комора хладњака; 11-славина; 12-ваздух; б) пресек хладњака; в) контактна површина саћа у виду лимених плоча; з) контактна површина саћа у виду таласастог лимца;



Системи хлађења мотора

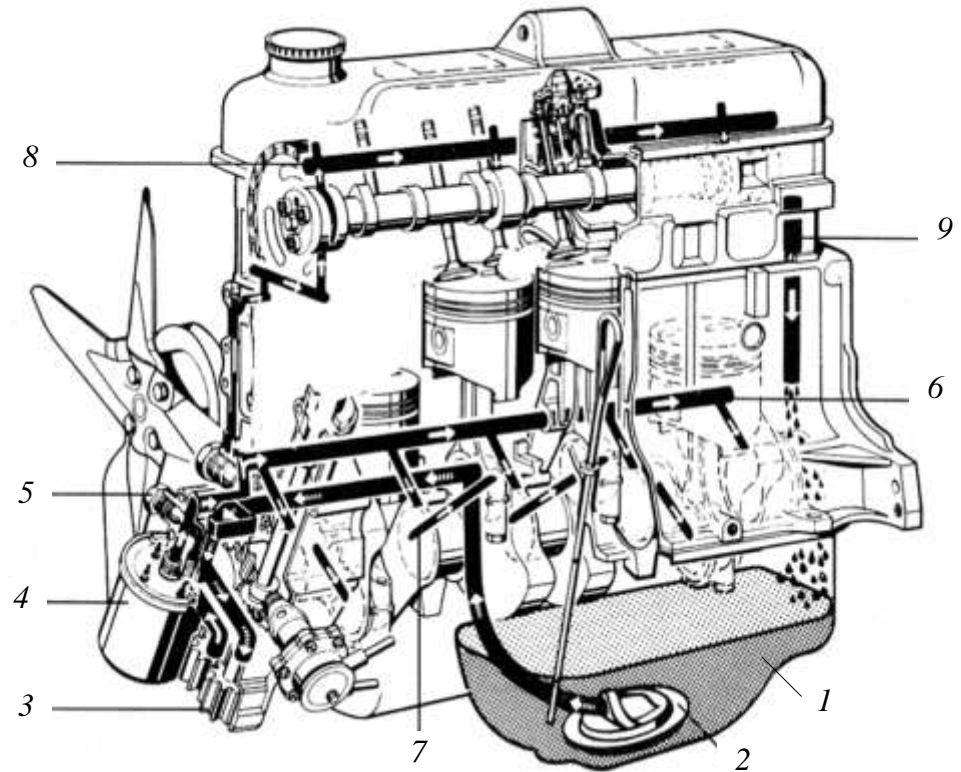
Хидростатички погон вентилатора расхладног система



Сл.3.1.16 а) Расхладни систем дизел мотора, б) Крива регулације хидростатичког погона вентилатора: 1-дизел мотор, 2-водена пумпа, 3-хидромотор, 4-компресор, 5-резервоар за уље, 6-вентилатор, 7-хладњак воде, 8-хладњак уља, 9-хладњак ваздуха

Систем за подмазивање мотора

На металне површине елемената мотора, који су у међусобном контакту при кретању, доводи моторно мазиво уље под притиском и уљном маглом како би се спречила појава сувог трења (блокирања мотора) и смањили хабање материјала и унутрашњи отпори



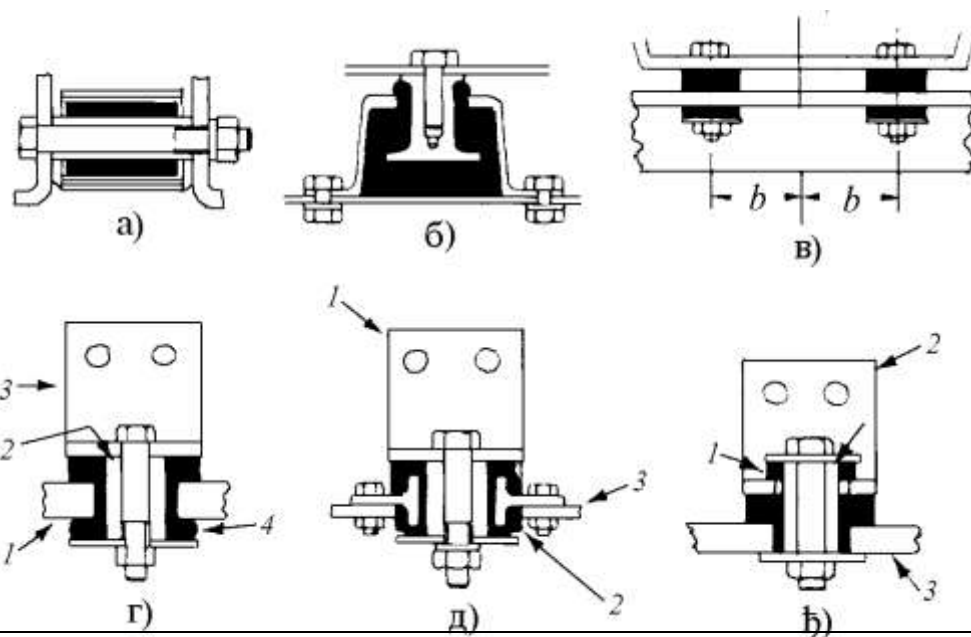
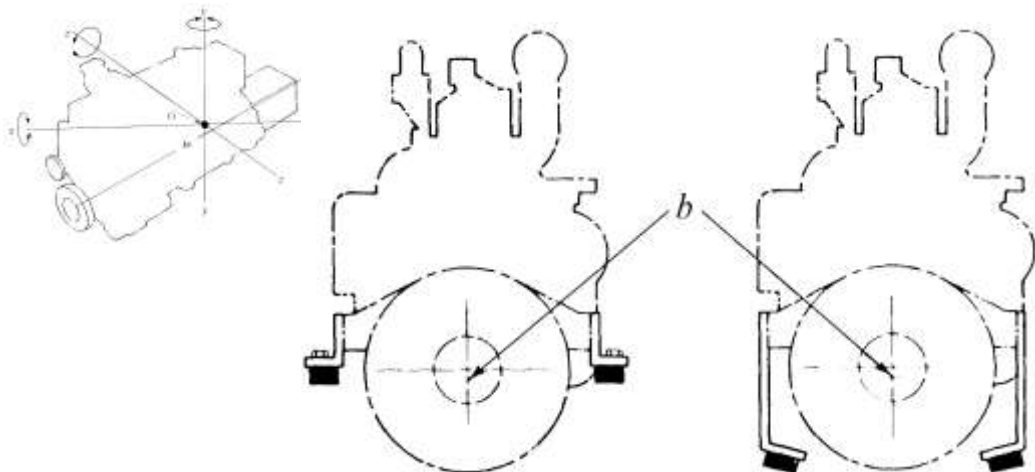
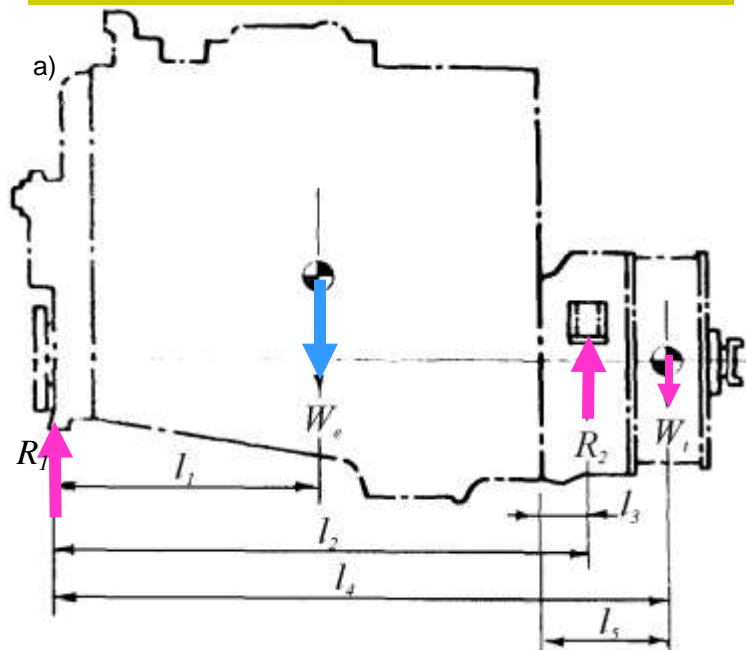
Начин вешања мотора

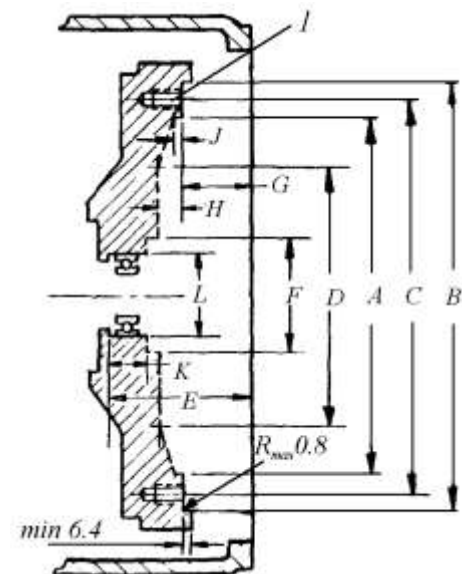
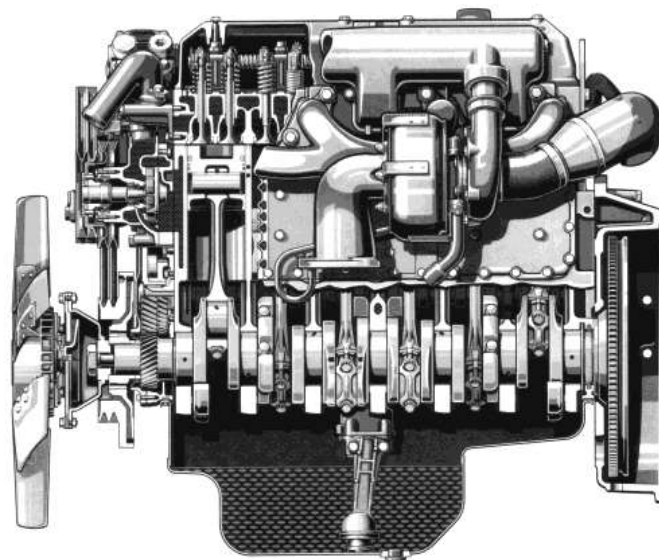
Реакције ослонаца мотора:

$$R_1 = W_e + W_t - R_2$$

$$R_2 = \frac{W_e \cdot l_1 + W_t \cdot l_4}{l_2}$$

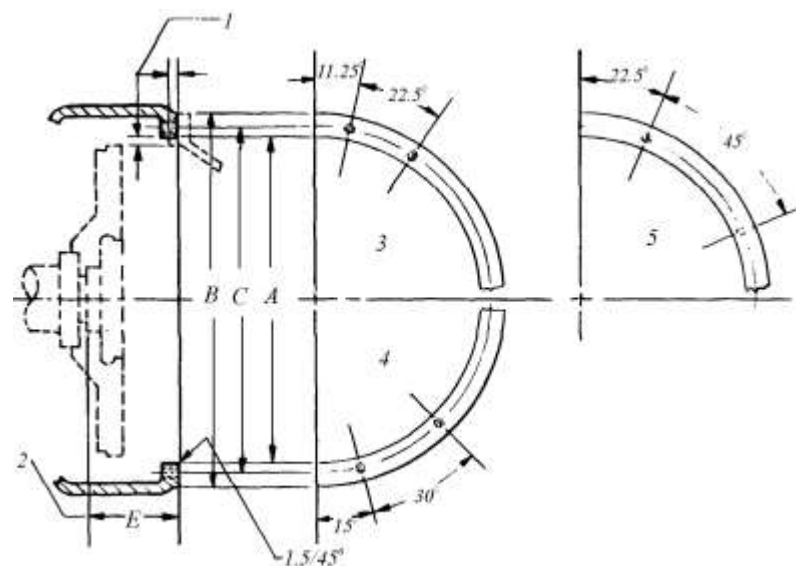
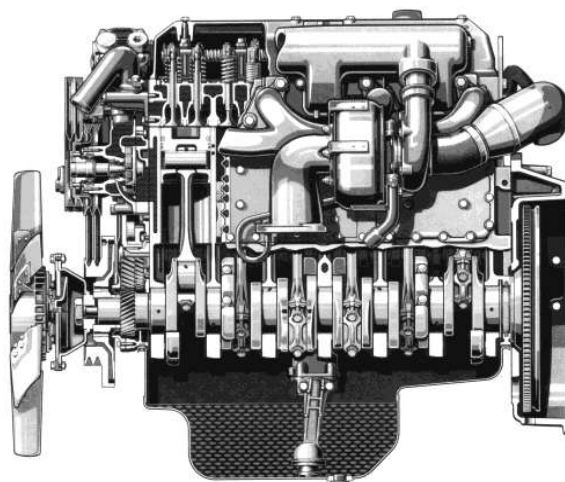
$$M_x = W_t \cdot l_5 - R_2 \cdot l_3$$





Табела Т.3.13 Димензије замајца SAE J617с

SAE	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	отвори	
												број	величина
6.5	184.2	215.90	200.02	127.0	71.4	63.5	30.2	12.7	9.7	17.5	52.30	6	5/16-18
7.5	206.2	241.30	222.25	196.8	71.4	63.5	30.2	12.7	12.7	17.5	52.30	8	5/16-18
8	225.6	263.52	244.48	203.2	100.1	76.2	62.0	12.7	12.7	19.0	62.30	6	3/8-16
10	276.4	314.32	295.28	222.2	100.1	76.2	53.8	15.7	12.7	28.4	72.30	8	3/8-16
11.5	314.5	352.42	333.38	254.0	100.1	101.6	39.6	28.4	22.4	31.8	72.30	8	3/8-16
14	409.4	466.72	438.15		100.1	104.6	25.4	28.4	22.4	38.1	80.30	8	1/2-13
16	460.2	517.52	488.95		100.1	104.6	15.7	28.4	22.4	44.4	100.30	8	1/2-13
18	498.3	571.50	542.92		100.1	146.0	15.7	31.8	31.8	44.4	100.30	6	5/8-11
21	584.2	673.10	641.35		100.1	146.0	0.0	31.8	31.8	57.2	130.30	12	5/8-11
24	644.7	733.42	692.15		100.1		0.0	31.8	31.8	57.2	130.30	12	3/4-10



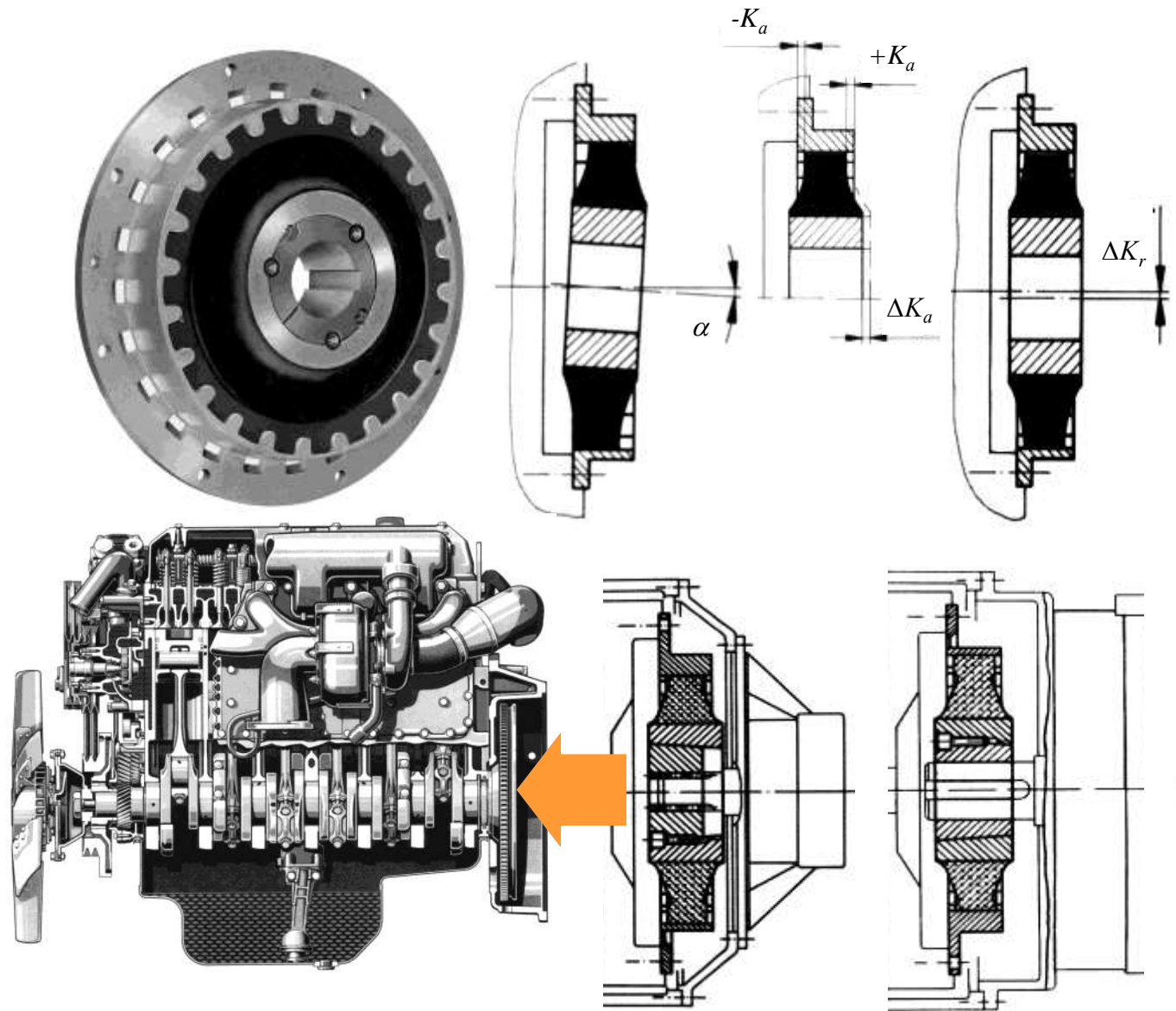
Табела Т.3.14 Димензије кућица замајца SAE J617c

SAE	A	Толеранција		B	C	E	отвори	
		Пречника отвора -0.000	Екценрицитет отвора				број	величина
00	787.40	+0.25	0.30	882.6	850.90	100.1	16	1/2-13
0	647.70	+0.25	0.25	711.2	679.45	100.1	16	1/2-13
0.5	584.20	+0.20	0.25	647.7	619.12	100.1	12	1/2-13
1	511.18	+0.13	0.20	552.4	530.22	100.1	12	7/16-14
2	447.68	+0.13	0.20	489.0	466.72	100.1	12	3/8-16
3	409.58	+0.13	0.20	450.8	428.62	100.1	12	3/8-16
4	361.95	+0.13	0.15	403.4	381.00	100.1	12	3/8-16
5	314.32	+0.13	0.15	355.6	333.38	71.4	8	3/8-16
6	266.70	+0.13	0.15	307.8	285.75	71.4	8	3/8-16

Еластичне спојнице

За везу дизел мотора, као погонског члана и извора енергије и примаоца енергије, односно погоњеног члана (хидропумпе, хидродинамички претарачи, разделници снаге,...) погонског система машине, користе се еластичне спојнице. У тој вези еластичне спојнице имају функцију да:

- а) непрекидно преносу енергију погонског мотора на погонски систем машине,
- б) компензују одступања међусобног положаја оса прикључних вратила и належућих површина елемената везе, насталих при њиховој изради или монтажи и
- в) пригуше осцилације и смање ударна оптерећења која настају при промени обртног момента и броја обртаја.



Избор еластичне спојнице

Зависно од карактера промене момента оптерећења еластичне спојнице се бирају према:

- а) номиналном обртном моменту за приближно равномерно оптерећења спојнице и за погођене компоненте са малим моментом инерције,
- б) максималном обртном моменту при преносу ударних оптерећења и
- в) максималном обртном моменту при периодично променљивом оптерећењу спојнице.

За хидростатичке погонске системе, меродавни момент за избор еластичне спојнице је номинални обртни момент спојнице M_{ns} који се одређује на основу једначине:

$$M_{ns} = M_{en} \cdot k_{es} \leq M_{Kn}$$

где је:

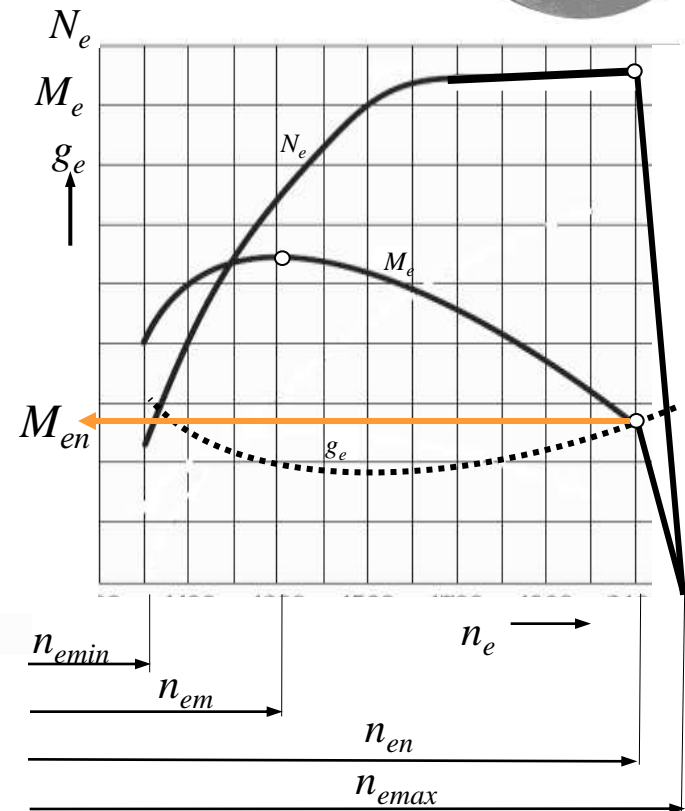
M_{en} - обртни момент мотора при максималној снази,

k_{es} - фактор оптерећења еластичне спојнице (табела ТЗ.10),

M_{Kn} - номинални обртни момент спојнице који има исту вредност за цео опсег броја обртаја (табела ТЗ.15).

Табела ТЗ.10 Фактор оптерећења еластичних спојница k_{es}

Врста машине	k_{es}
Утоваривачи точкаши	1,6
Хидраулички багери	1,4
Ауто дизалице	1,6
Грејдери	1,5
Вибро ваљци	1,4
Виљушкари	1,6
Дампери	1,3
Миксери	1,3



Табела Т3.15 Карактеристике еластичних спојница

Ознака спојнице	Тврдоћа гуме Shore	Резонантни фактор γ_R	Релативно пригушење ψ	Номинални момент M_{sd} (Nm)	Максимални момент M_{smax} (Nm)	Амплитуда момента M_{KW} (Nm) за 10 Hz	Динамичка крутост C_{Mdyn} (Nm/rad)	Величина прирубнице SAE.J. 620	Max. број обртаја min^{-1}	
AC. .2	WN	50÷55	7,85	0,8	200	600	100	1000	8"	4200
	NN	60÷65	6,28	1.0	250	750	125	1500		
	SN	70÷75	5,23	1.2	330	1000	165	3000		
AC. .3	WN	50÷55	7,85	0,8	750	2250	375	3500	10" 11.5"	3600 3500
	NN	60÷65	6,28	1.0	850	2550	425	4500		
	SN	70÷75	5,23	1.2	1000	3000	500	7500		
AC. .4	WN	50÷55	7,85	0,8	1 100	3300	550	8000	11.5" 14"	3500 3000
	NN	60÷65	6,28	1.0	1200	3600	600	10000		
	SN	70÷75	5,23	1.2	1400	4200	700	13500		
AC. .5	WN	50÷55	7,85	0,8	1600	4800	800	8000	14"	3000
	NN	60÷65	6,28	1.0	1800	5400	900	12000		
	SN	70÷75	5,23	1.2	2300	6900	1150	22000		
AC. .6	WN	50÷55	7,85	0,8	2900	8700	1450	15000	14" 18"	3000 2300
	NN	60÷65	6,28	1.0	3300	10000	1650	20000		
	SN	70÷75	5,23	1.2	4000	12000	2000	45000		
AC. .7	WN	50÷55	7,85	0,8	4600	13800	2300	3500	14" 18"	2600 2300
	NN	60÷65	6,28	1.0	5200	15600	2600	45000		
	SN	70÷75	5,23	1.2	6300	18900	3100	70000		



