



فناوری و دسته بندی موتورها

۱- عوامل مهم از نظر بهره بردار

- توان موتور بر حسب سرعت دورانی N
توان بیشینه/توان عادی یا اسمی
- مصرف مخصوص موتور بر حسب N و هزینه سوخت
- آلودگی موتور بر حسب N (دود & صدا)
- قیمت خرید و هزینه بهره برداری
- ایمنی و دوام ، نیازها و هزینه تعمیر و نگهداری

۲- عوامل مهم از نظر طراح

- بازده احتراق
- بازده تنفسی
- افزایش کارایی با افزایش چگالی هوای تنفسی
- مقدار کمینه رقت قابل استفاده
- سرعت متوسط سمبه

۳- خصوصیات هندسی و عملکردی موتورهای رفت و برگشتی

الف- خصوصیات هندسی

• ظرفیت : $V = V_2 - V_1$

• نسبت تراکم حجمی $\tau = \frac{V_2}{V_1}$ ؛ برای موتورهای جرکه ای بین ۸ و ۱۲ ؛ برای موتورهای دیزل بین ۱۲ و ۲۴

• نسبت قطر به طول مسیر سمبه $\frac{D}{C}$:

برای موتورهای کوچک و متوسط بین ۰,۸ و ۱,۲ ؛

برای موتورهای کند و بزرگ ۰,۵

• نسبت طول دسته سمبه به شعاع لنگ $\lambda = \frac{\ell}{r}$:

برای موتورهای کوچک و متوسط بین ۳ و ۴ ؛

برای موتورهای بزرگ بین ۵ و ۹ بویژه به دلیل ارتفاع سمبه

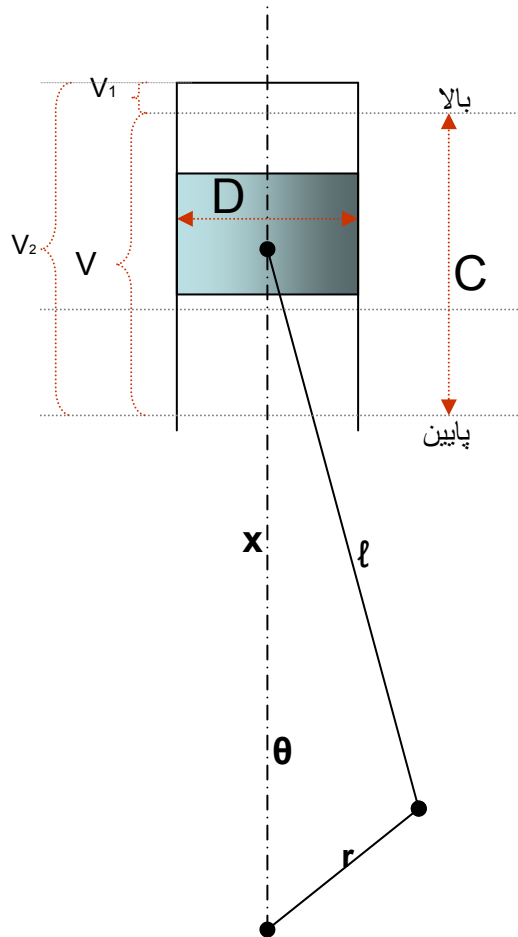
وقتی λ افزایش می یابد، جرم دسته سمبه و جرم موتور (به دلیل افزایش ارتفاع)

افزایش می یابد ولی نیروی عمود بر استوانه و نیز نیروی لختی زاویه ای

و بنابراین مقدار سایش کاهش می یابد

$$V_x = V_1 + \frac{\pi \cdot D^2}{4} (\ell + r - x)$$

$$x = r \cdot \cos \theta + (\ell^2 - r^2 \cdot \sin^2 \theta)^{\frac{1}{2}}$$



ب- خصوصیات عملکردی

- سرعت متوسط سمبه $\bar{U} = \frac{C \cdot N}{30}$: بین ۸ و ۱۵ متر بر ثانیه

- فشار متوسط مؤثر $pme = \frac{P \times n_r}{V \times \frac{N}{60}}$ که در آن $n_r = 1$ برای دوزمانه و $n_r = 2$ برای چهار زمانه

- مصرف مخصوص $C_{sp} = \frac{\dot{m}_f (g/s)}{P(kW)}$ و بازده $\eta = \frac{1}{C_{sp} \times P_c^*}$ که در آن $44 MJ/kg \rightarrow P_c^* \approx 42$ برای احتراقی با بازده بیشینه ۰,۹۶

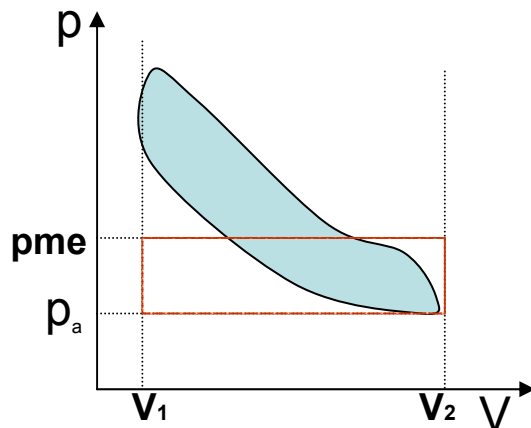
- مصرف مخصوص بهینه برای موتورهای جرعه ای ۲۷۰g/kWh و برای دیزل ۲۰۰g/kWh
رقت = نسبت جرم هوا به جرم سوخت : $A = \frac{m_a}{m_c}$ برای جرعه ای بین ۱۲ و ۱۸؛ برای دیزل بین ۱۸ و ۷۰.

- بازده تنفسی : $\eta_v = \frac{2 \dot{m}_a}{\rho_a \times V \times \frac{N}{60}}$ (چهارزمانه) در حدود ۰,۸ الی ۰,۹ برای موتورهای جرعه ای

- گشتاور $\mathcal{E} = F \times b$ که در آن F نیرو و b طول بازوست

- توان (ترمزی) $P = 2\pi N \mathcal{E} / 60$

- کار داخلی یا مساحت نمودار : $W_i = \oint -pdV$



مقادیر بیشینه p_{me} و $\bar{U}_m$ SoftKomak

$\bar{U}_m$ [m/s]	p_{me} [bar]	نوع موتور
22	12	دو چرخ (۴ هنگامه)
27	16.6	موتور مسابقه (تنفس طبیعی)
21.7	56	موتور مسابقه (پر خوران)
9.5-19.8	9-14.1	موتور سواری (تنفس طبیعی)
	14-20.7	موتور سواری (پر خوران)
12.3-14.7	12-23.5	سواری دیزل (پر خوران)
8.1-13.1	11-23.5	باری دیزل (پر خوران)
7-12	15-29.4	دیزل سنگین سریع
5.3-9.5	15-25	دیزل سنگین دور متوسط
5.7-7.8	15-18.2	دیزل سنگین دوزمانه کند

سرعت متوسط سمبه

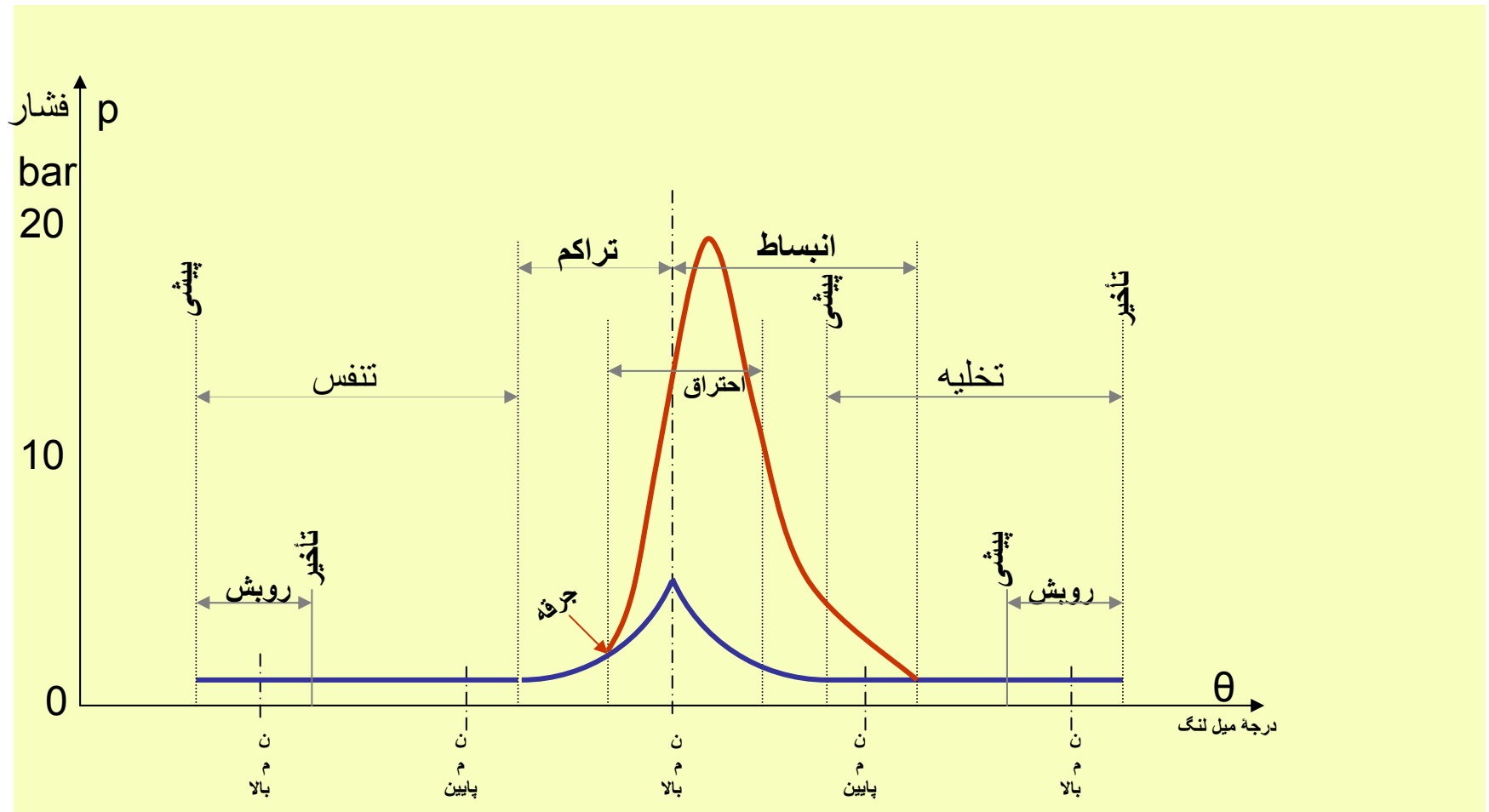
$$\overline{U} = \frac{C \cdot N}{30}$$

برحسب متر بر ثانیه (C متر، N دور در دقیقه)

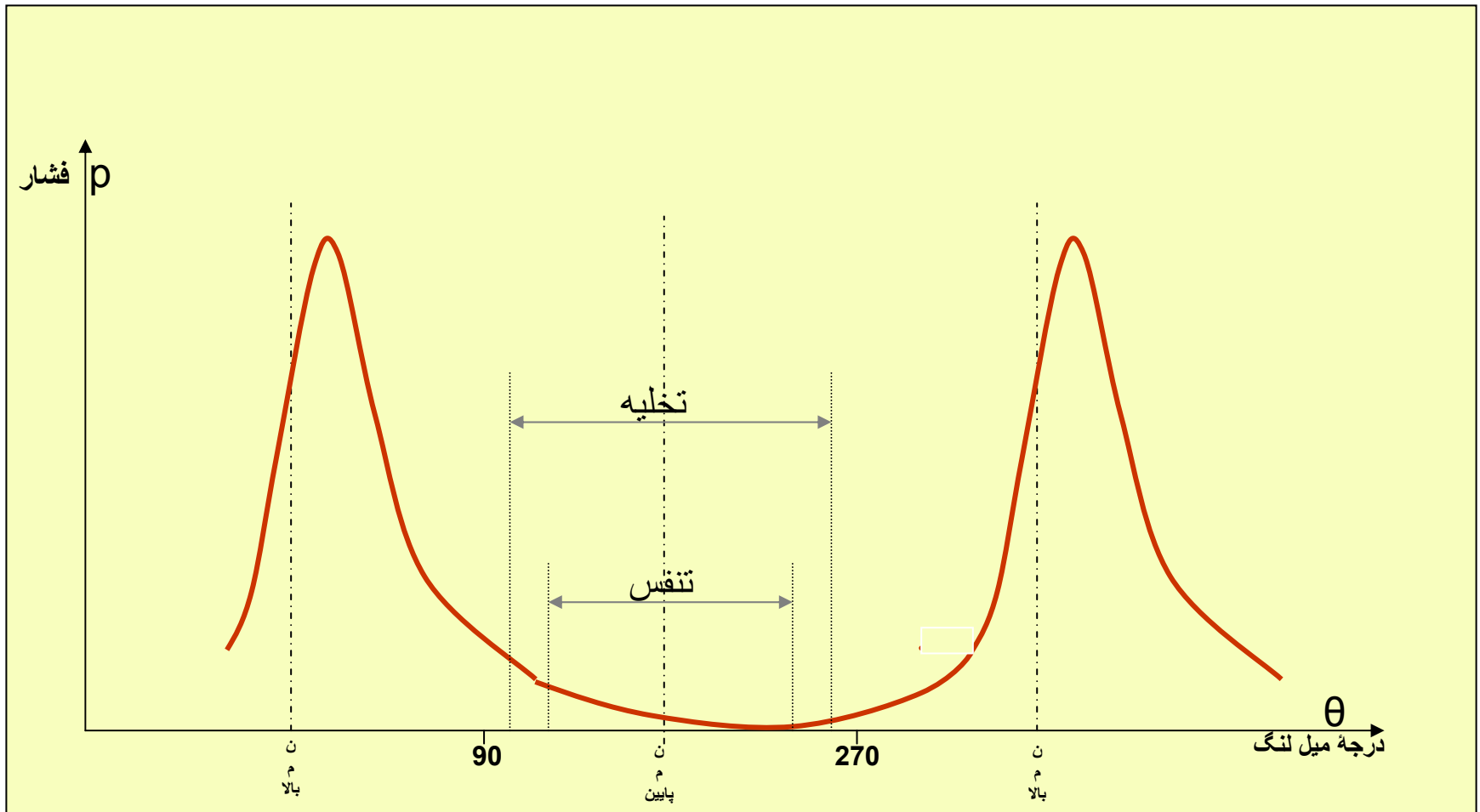
آثار اصلی آن:

- تنشهای وابسته به نیروهای لختی $\sigma_M \sim \bar{U}^2$
- اصطکاک و در نتیجه سایش
- بار گرمایی
- بازده تنفسی
- صدا
- دوام/سایش

۴- مراحل عملکرد موتور چهار زمانه



۴- مراحل عملکرد موتور دوزمانه



۵- مقادیر فشار متوسط مؤثر

فشار متوسط مؤثر ← نوع موتور ↓	pme بیشینه kPa	pme در توان بیشینه kPa
جرقه ای تنفس طبیعی	850~1050	-10~15%
جرقه ای با پرخوران	1250~1700	900~1400
دیزل تنفس طبیعی	700~900	700
دیزل با پرخوران	1000~1200	850~950
دیزل با پرخوران و خنک کاری میانی	1400~2100	
دیزل دوزمانه کند و سنگین	1600	

۶- جدول کارآمدی و ساخت و تولید

هدف	مقتضیات	راه حلها
توان عملکرد نرم	۱- T بزرگ ۲- η_v بزرگ ۳- احتراق مؤثر و سریع ۴- پرهیز از کوبش	V_1 کوچک، بسته شدن زودرس تنفس ، قطر دریچه تنفس بزرگ، زمان بندی مناسب ، پیش گرمایش مخلوط محدود مسیر شعله کوتاه، حرکت گردبادی مناسب، شمع تمییز مسیر شعله کوتاه، گاز محترق نشده باقیمانده خنک، جای شمع مناسب
بازده حرارتی	۱- T بزرگ ۲- نسبت سطح به حجم اتاق احتراق کوچک ۳- استفاده مؤثر از مخلوط فقیر ۴- پیش گرمایش مناسب	V_1 کوچک، بسته شدن زودرس تنفس ، اتاق احتراق شبه نیم کره مسیر شعله کوتاه، حرکت گردبادی مناسب، شمع تمییز راه گاه تنفس و استوانه ها گرم
ساخت و تولید ارزان	۱- صرفه جویی در تراشکاری ۲- ریخته گری ساده ۳- جزئیات ساده ۴- همبندی سهل	حذف اتصالات زائد و غیر ضروری ممکن ضد بندهای دیگر بشود طراحی ساده، استانش قطعات استفاده از مجموعه ها و زیر مجموعه ها
نگهداری آسان	۱- دسترسی ساده ۲- تجدید قطعات آسان ۳- جرم گیری و آب بندی دریچه ۴- وزن سبک اجزا	بستار از هم جدا شونده، بدنه جدا دریچه و میل دریچه و استوانه ها قابل تعویض مجموعه مستقل بستار و دریچه ها استفاده از مجموعه ها و زیر مجموعه ها
آلودگی کم	۱- T کوچک برای کاهش NOx ۲- استفاده مؤثر از مخلوط فقیر برای کاهش CO ۳- نسبت سطح به حجم کوچک برای کاهش HC ۴- اتاق احتراق بدون زاویه وشیار برای کاهش HC	اقدامات پیچیده ای لازم است

کارآمدی و ساخت

ادامه

هدف	مقتضیات	راه حلها
توان عملکرد نرم	۱- T بزرگ	۱- V_1 کوچک، بسته شدن زودرس تنفس ،
	۲- η_v بزرگ	۲- قطر دریچه تنفس بزرگ، زمان بندی مناسب ، پیش گرمایش مخلوط محدود
	۳- احتراق مؤثر و سریع	۳- مسیر شعله کوتاه، حرکت گردبادی مناسب، شمع تمییز
	۴- پرهیز از کوبش	۴- مسیر شعله کوتاه، گاز محترق نشده باقیمانده خنک، جای شمع مناسب

کارآمدی و ساخت

ادامه

هدف	مقتضیات	راه حلها
بازده حرارتی	۱- T بزرگ ۲- نسبت سطح به حجم اتاق احتراق کوچک ۳- استفاده مؤثر از مخلوط فقیر ۴- پیش گرمایش مناسب	۱- V_1 کوچک، بسته شدن زودرس تنفس ، ۲- اتاق احتراق شبه نیم کره ۳- مسیر شعله کوتاه، حرکت گردبادی مناسب، شمع تمییز ۴- راه گاه تنفس و استوانه ها گرم

کارآمدی و ساخت

ادامه

هدف	مقتضیات	راه حلها
ساخت و تولید ارزان	۱- صرفه جویی در تراشکاری ۲- ریخته گری ساده ۳- جزئیات ساده ۴- همبندی سهل	۱- حذف اتصالات زائد و غیر ضروری ۲- ممکن ضد بندهای دیگر بشود ۳- طراحی ساده، استاندش قطعات ۴- استفاده از مجموعه ها و زیر مجموعه ها

کارآمدی و ساخت

ادامه

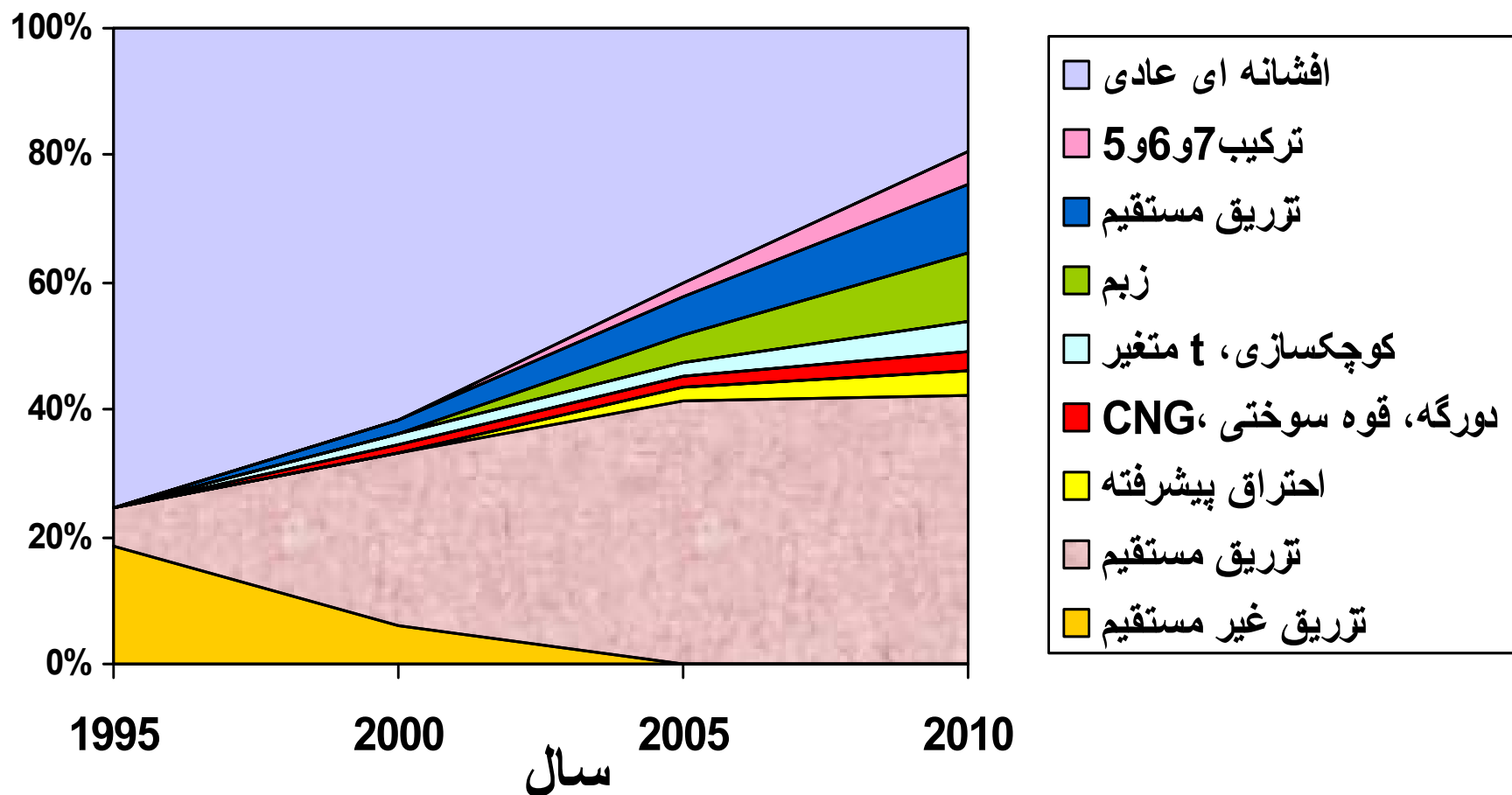
هدف	مقتضیات	راه حلها
نگهداری آسان	۱- دسترسی ساده	۱- بستار از هم جدا شونده، بدنه جدا
	۲- تجدید قطعات آسان	۲- دریچه و میل دریچه و استوانه ها قابل تعویض
	۳- جرم گیری و آب بندی دریچه	۳- مجموعه مستقل بستار و دریچه ها
	۴- وزن سبک اجزا	۴- استفاده از مجموعه ها و زیر مجموعه ها

کارآمدی و ساخت

ادامه

هدف	مقتضیات	راه حلها
آلودگی کم	۱- کوچک برای کاهش NOx ۲- استفاده مؤثر از مخلوط فقیر برای کاهش CO ۳- نسبت سطح به حجم کوچک برای کاهش HC ۴- اتاق احتراق بدون زاویه وشیار برای کاهش HC	اقدامات پیچیده ای لازم است

۷- روند فناوری در اروپای غربی

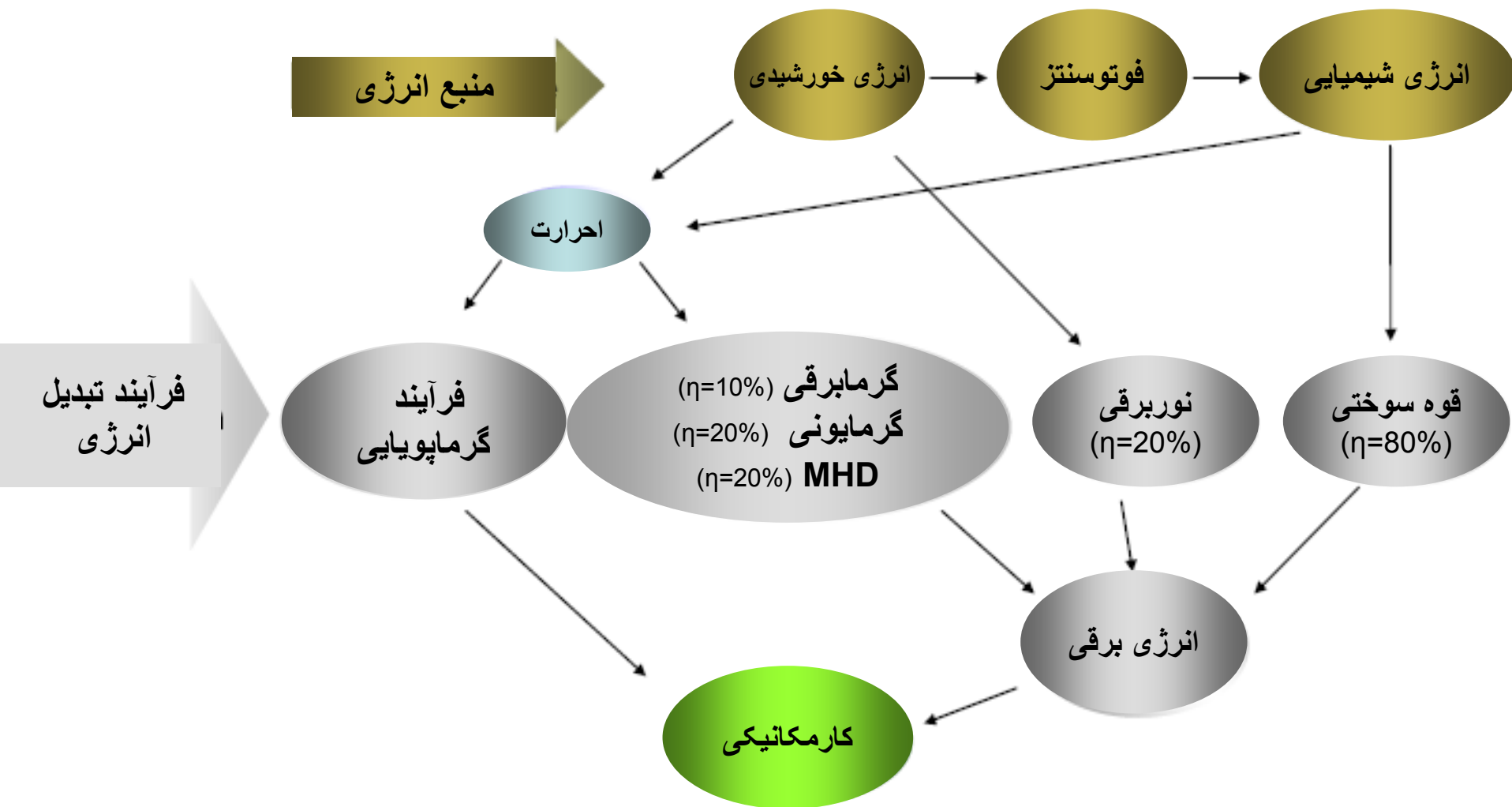


فرضیات : • بلوغ فناوری • آمادگی خط تأمین • گوگرد موجود در بنزین و نفت گاز ≥ 10 ق.د.م.
 • هزینه تولید : برای موتور پیشرفته $+25\%$ ، برای موتور دورگه $+100\%$

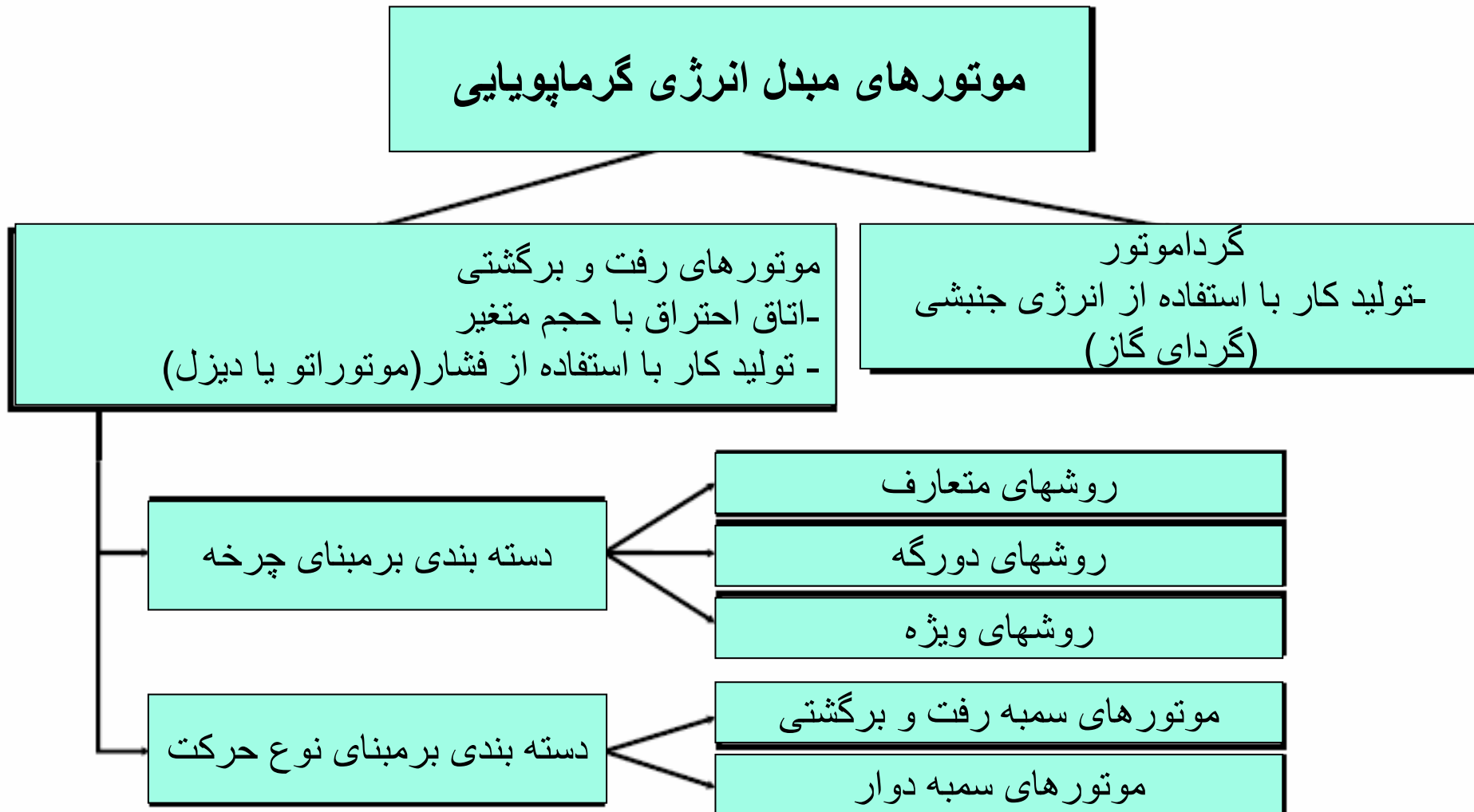
۸- انواع دسته بندیها

- | | |
|---------------------|-------------------|
| ۱- چرخه | ۷- نوع سوخت |
| ۲- افروزش | ۸- سوخت رسانی |
| ۳- مخلوط سوخت و هوا | ۹- خنک کاری |
| ۴- انتقال حرکت | ۱۰- روش تنظیم بار |
| ۵- معماری | ۱۱- کاربرد |
| ۶- طراحی احتراق | ۱۲- سرعت دورانی |

مبنای دسته بندی : فرآیند تبدیل انرژی



SoftKomak مبنای دسته بندی : تبدیل انرژی گرماپویایی



۸-۱ چرخه

- بسته (احتراق خارجی) / باز (احتراق داخلی)
- چهار زمانه / دو زمانه
- تنفس طبیعی / پرخورانی مکانیکی = تنفس متراکم /
پرخورانی با دود / تراکم در محفظه لنگ

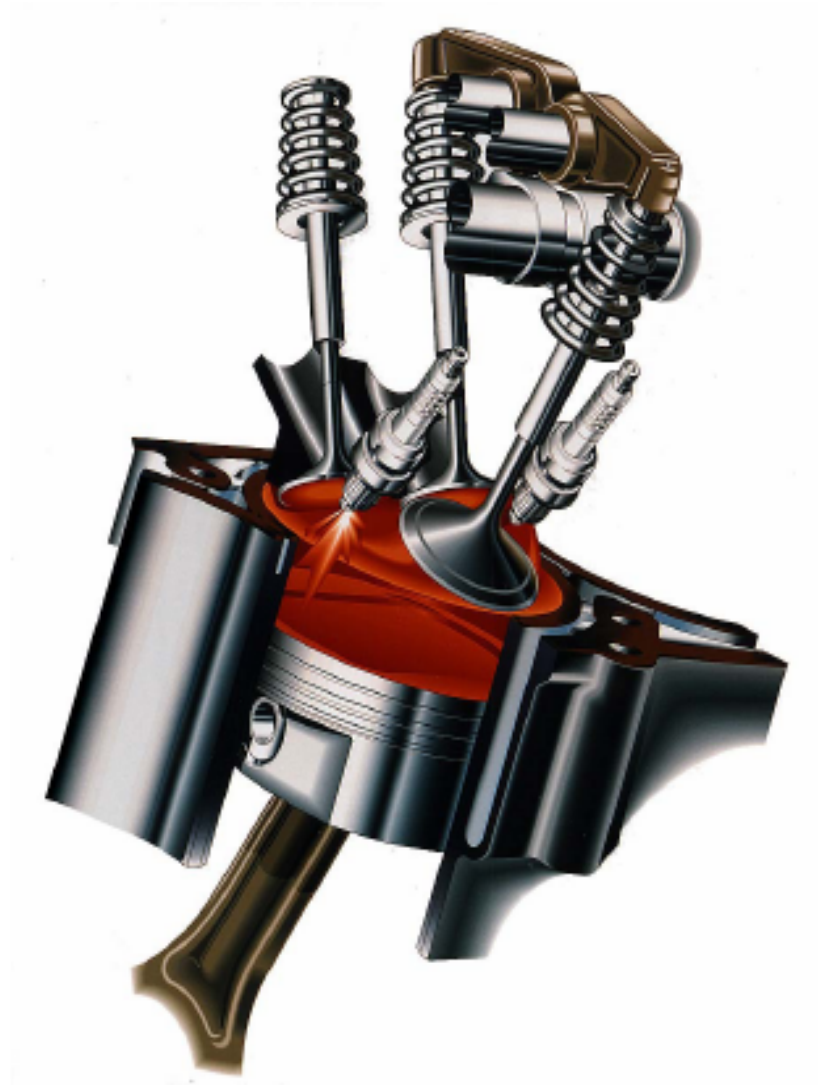
۸-۲ فروش

- جرقه ای

- تراکمی

SoftKomak

موتور بنزینی **MB V6-3V** با افروزش دو شمع



۳-۸ مخلوط سوخت و هوا

- همگن / لایه ای
- غیر همگن : هوا+سوخت(مایع+بخار)
- حرکت گردبادی با محور عمودی ،
با محور افقی

SoftKomak

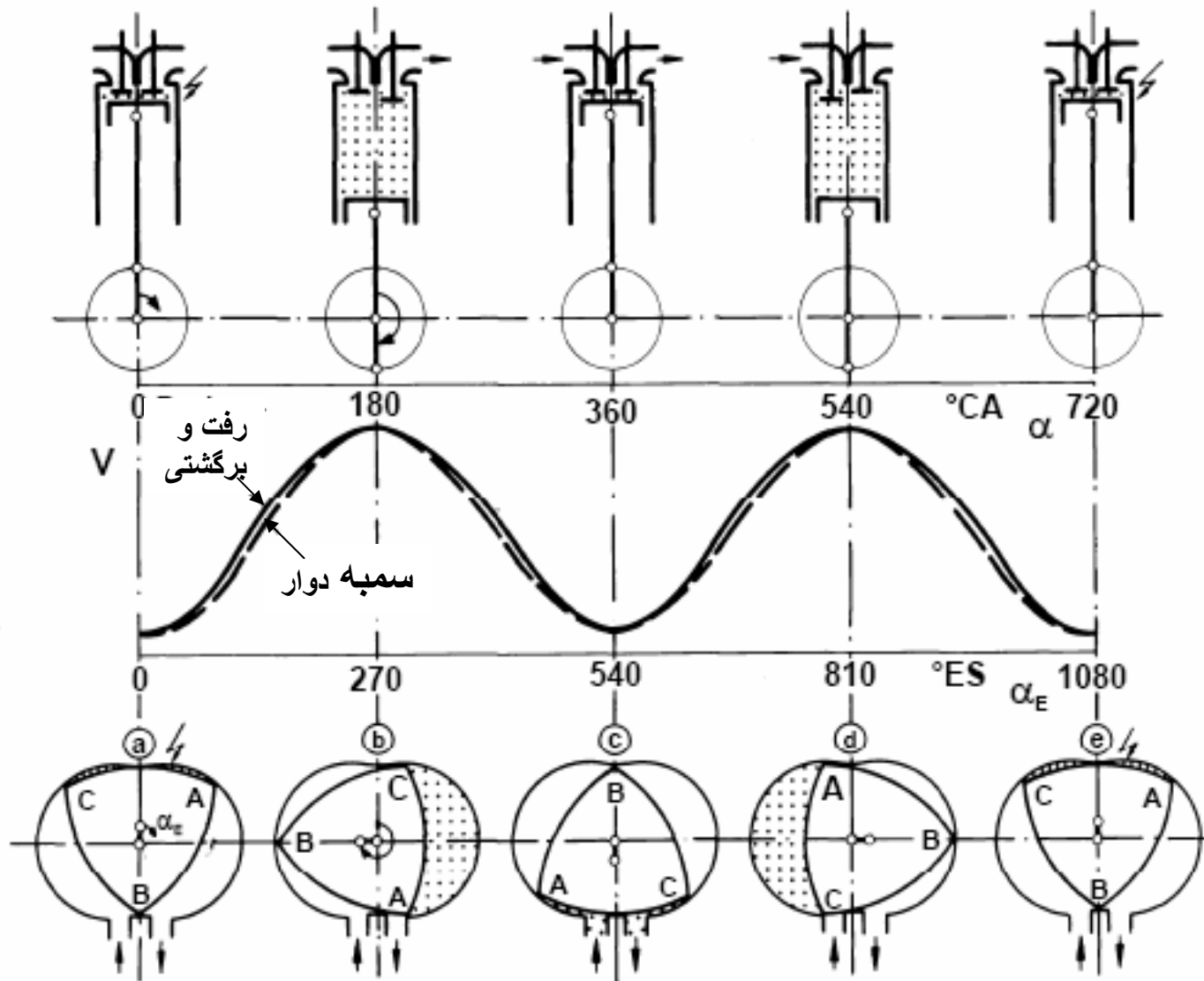
مشخصات فرایندهای موتور

فرآیند ↓	موتور بنزینی	موتور دیزل
تراکم	مخلوط سوخت و هوا	هوا
حالت مخلوط	همگن	ناهمگن
افروزش	اشتعال جرقه ای	اشتعال تراکمی
تنظیم بار	جریان سوخت و هوا	جریان سوخت

۴-۸ انتقال حرکت

- رفت و برگشتی
- دوار

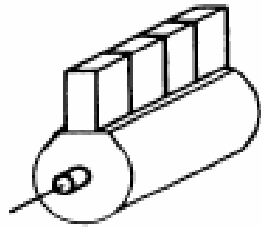
موتورهای رفت و برگشتی و سمبه دوار



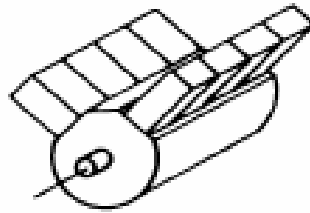
۸-۵ معماری

- تک استوانه / ردیفی / خورجینی W, V / نردبانی H / استوانه متقابل / سمبه متقابل / ستاره ای / زوجی / مثلثی
- دریچه در بدنه / دریچه در بستار / دو دریچه برای هر استوانه / چند دریچه برای هر استوانه / دریچه چرخشی
- میل بادامک در بدنه / میل بادامک در بستار / بدون میل بادامک /
- توزیع متغیر روبش عرضی (ساده ، حلقوی) / روبش محوری

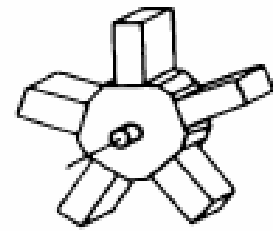
معماری بدنه



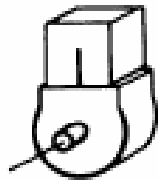
خطی - ردیفی



خورجینی V



شعاعی



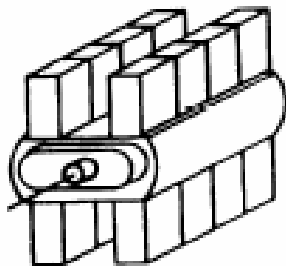
دو سیمه موازی (زوجی)



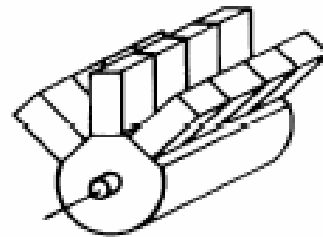
سیمه متقابل



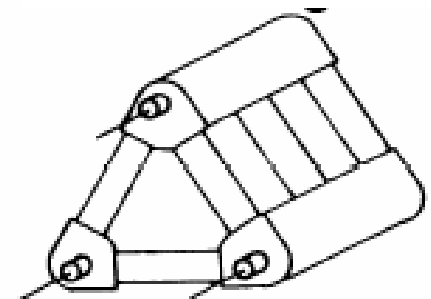
موتور تخت
استوانه متقابل



نردبانی

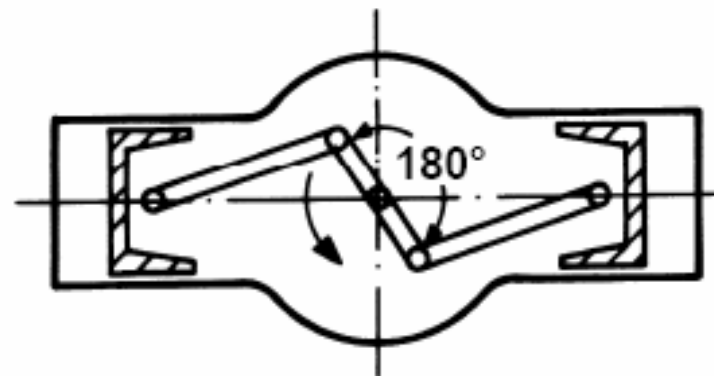
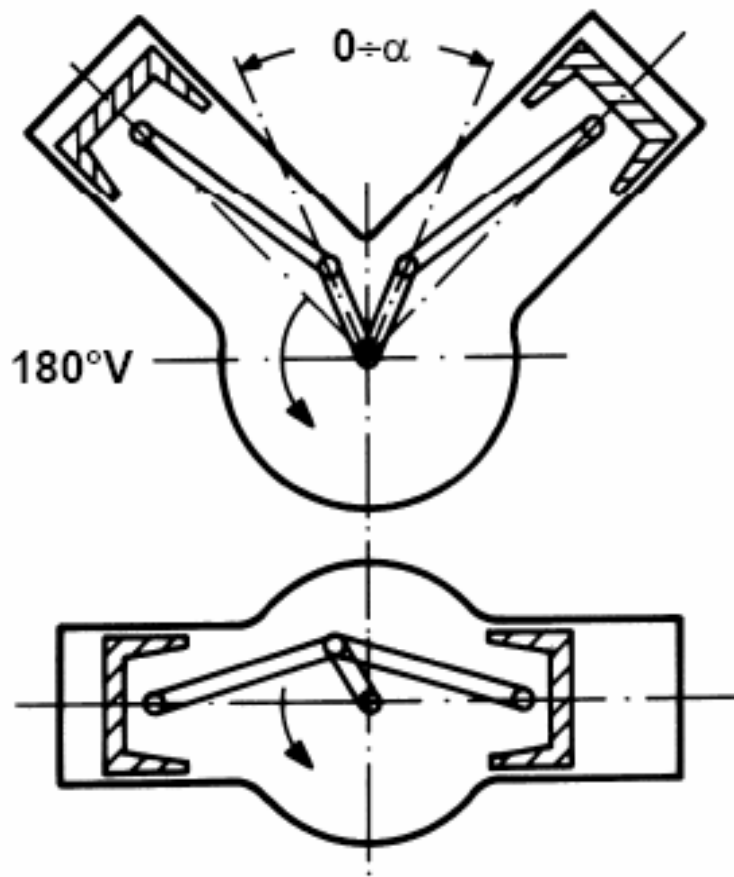


خورجینی W

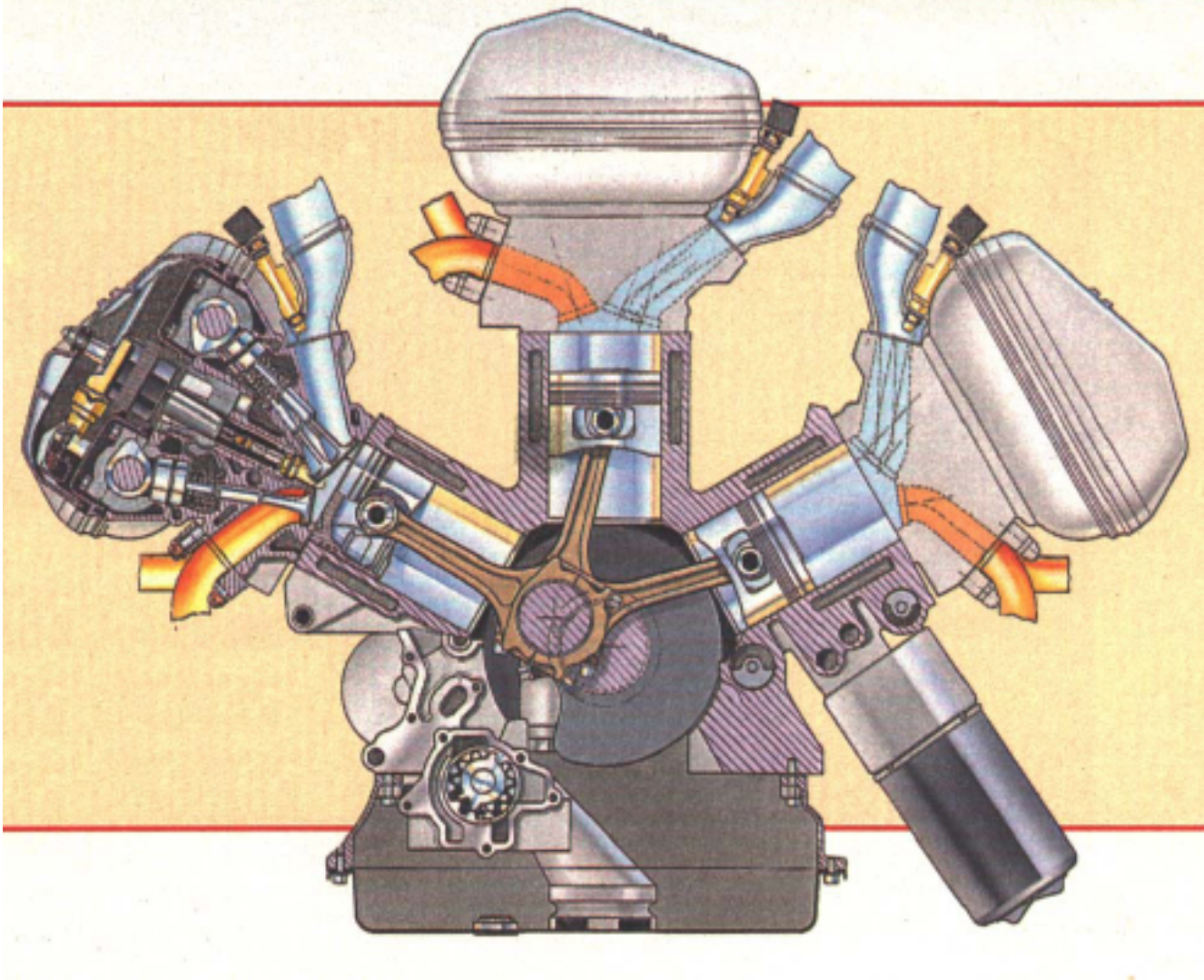


مثلثی

معماری خورجینی و متقابل

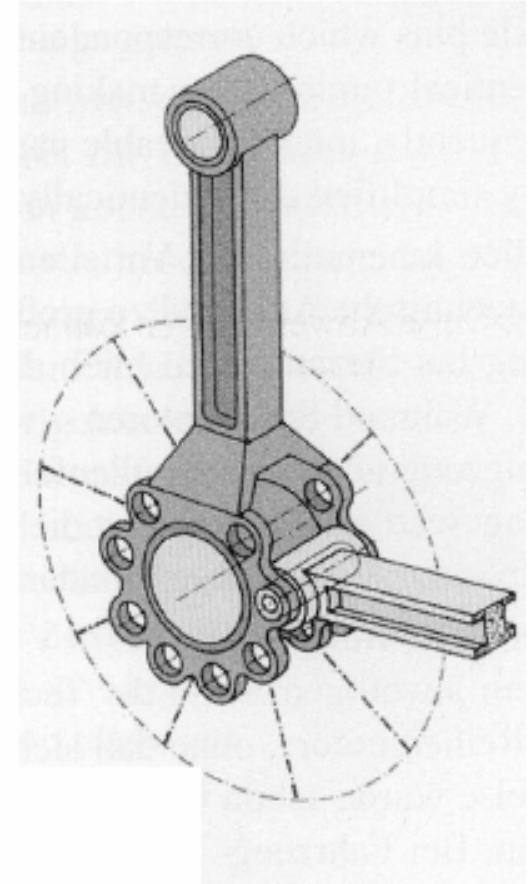
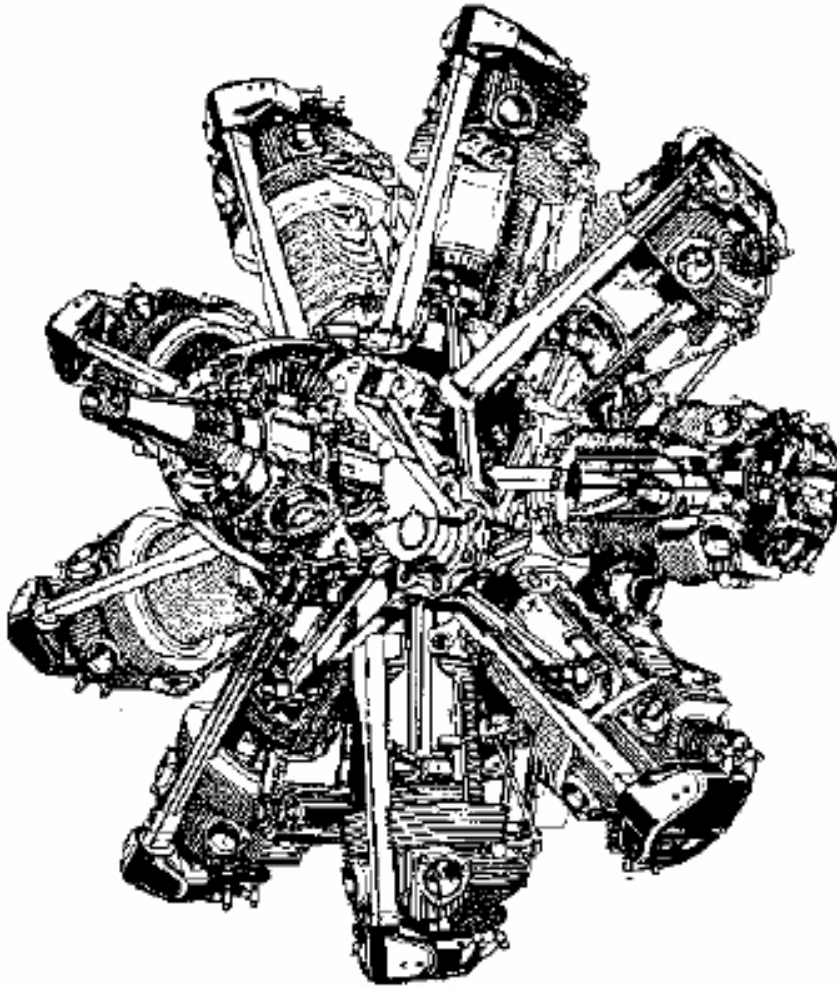


موتور خورجینی AUDI W12

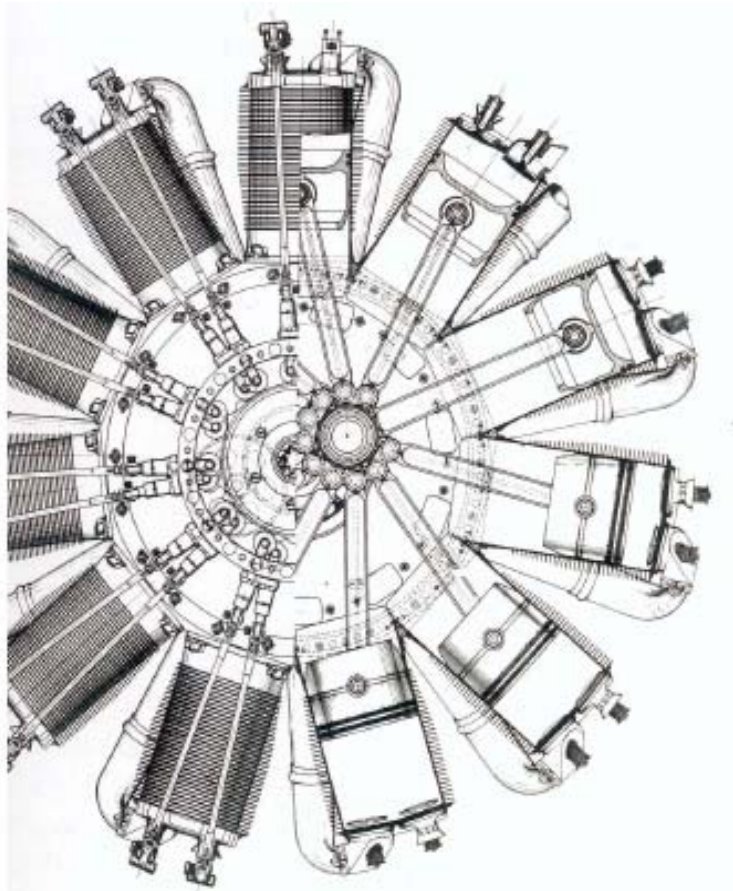


موتور شعاعی : *Pegasus x*

دسته سمبۀ مادر و مفصلهای آن



SoftKomak میل لنگ و میل بادامک در موتور شعاعی



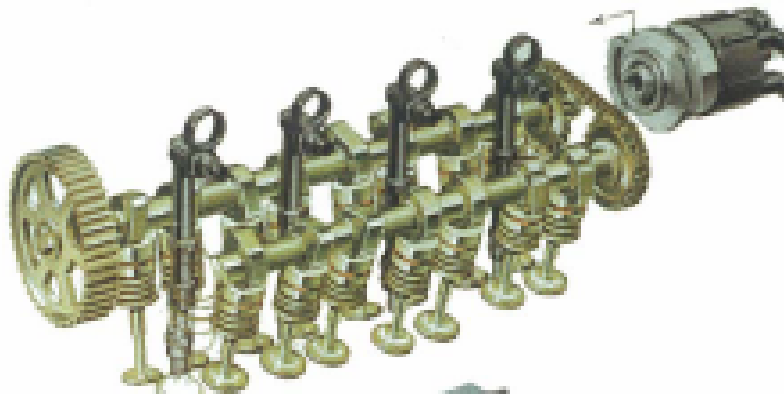
یک حلقه بادامک برای
تمام دریچه های تنفس و تخلیه

تعداد بادامکها برای
هر حلقه بادامک $(z+1)/2$

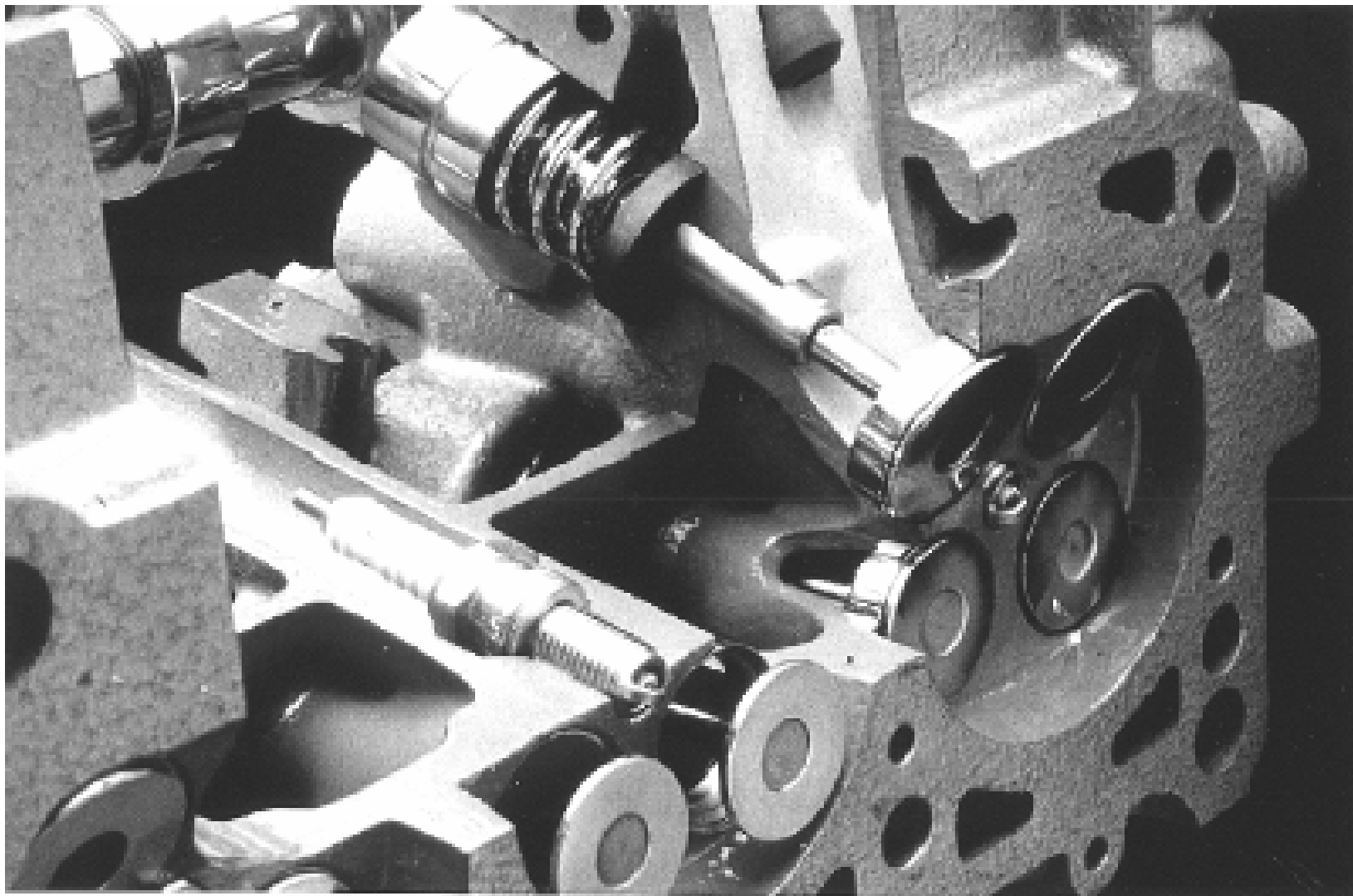
سرعت حلقه بادامک
 $N/(z+1)$

تعداد استوانه ها: z
سرعت دورانی میل لنگ: N

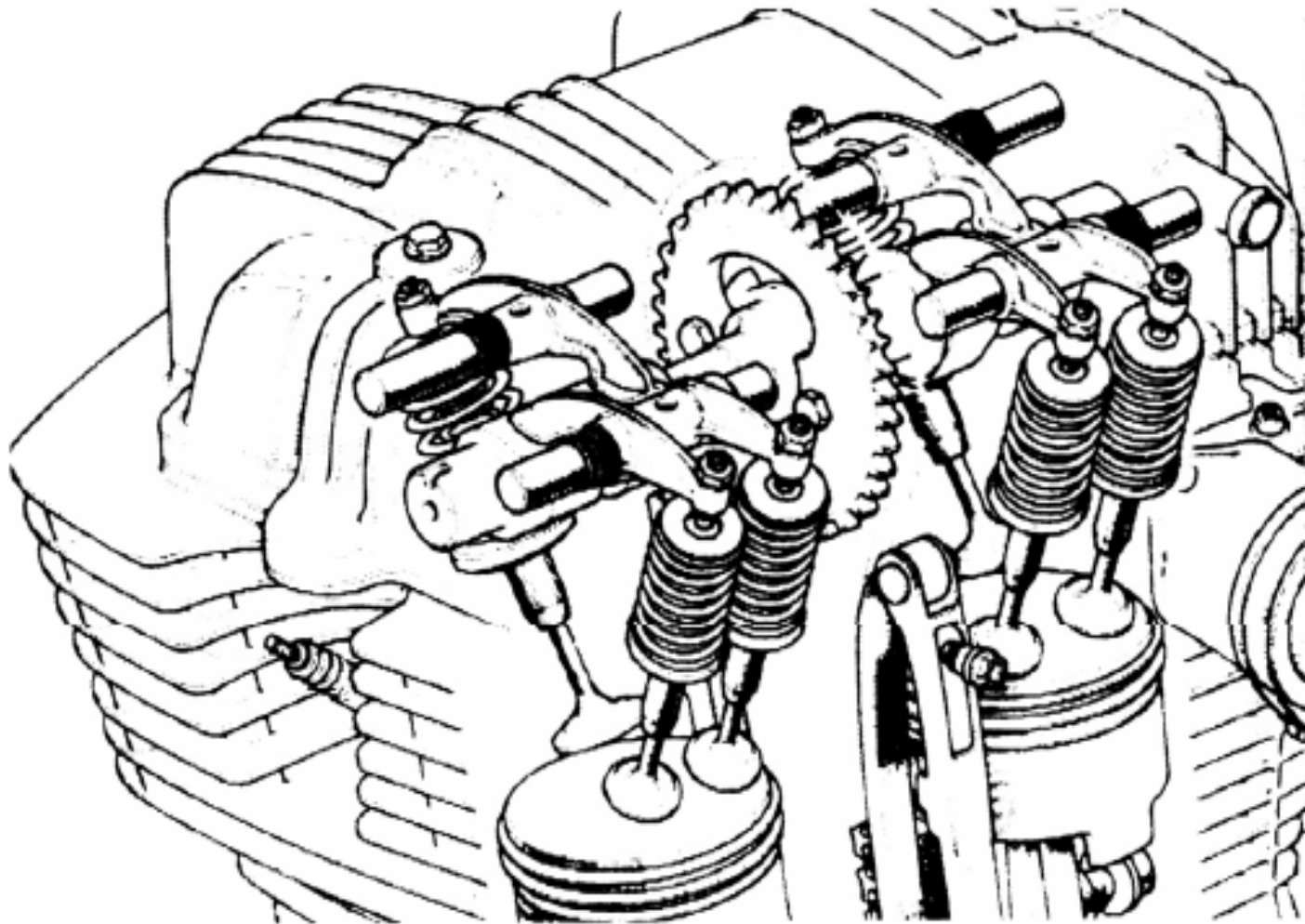
SoftKomak موتور VW ۴ درجه ای



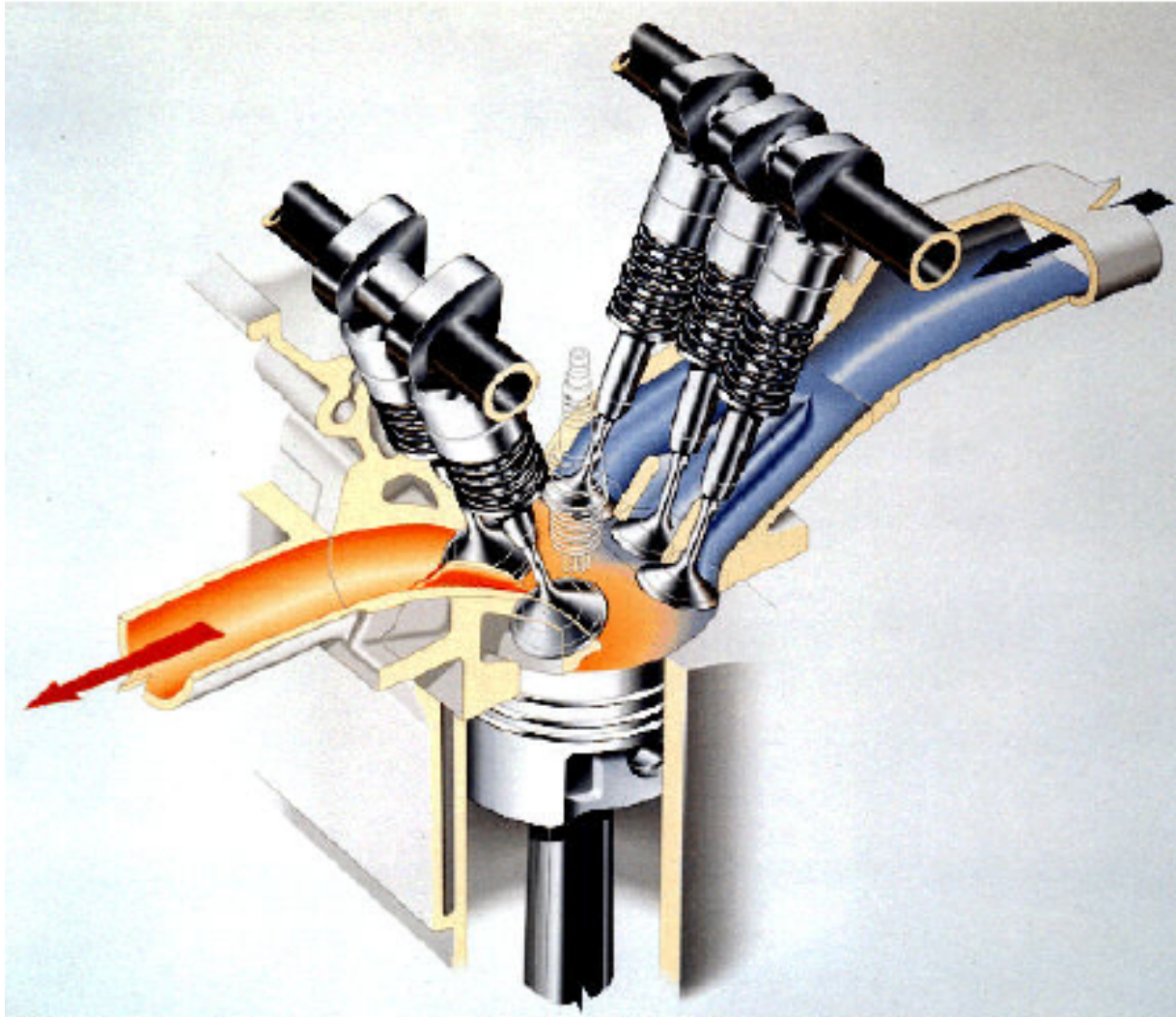
SoftKomak بستار موتور *VW* ۴ درجه ای



SoftKomak موتور *Honda CB 400* سه دريچه ای



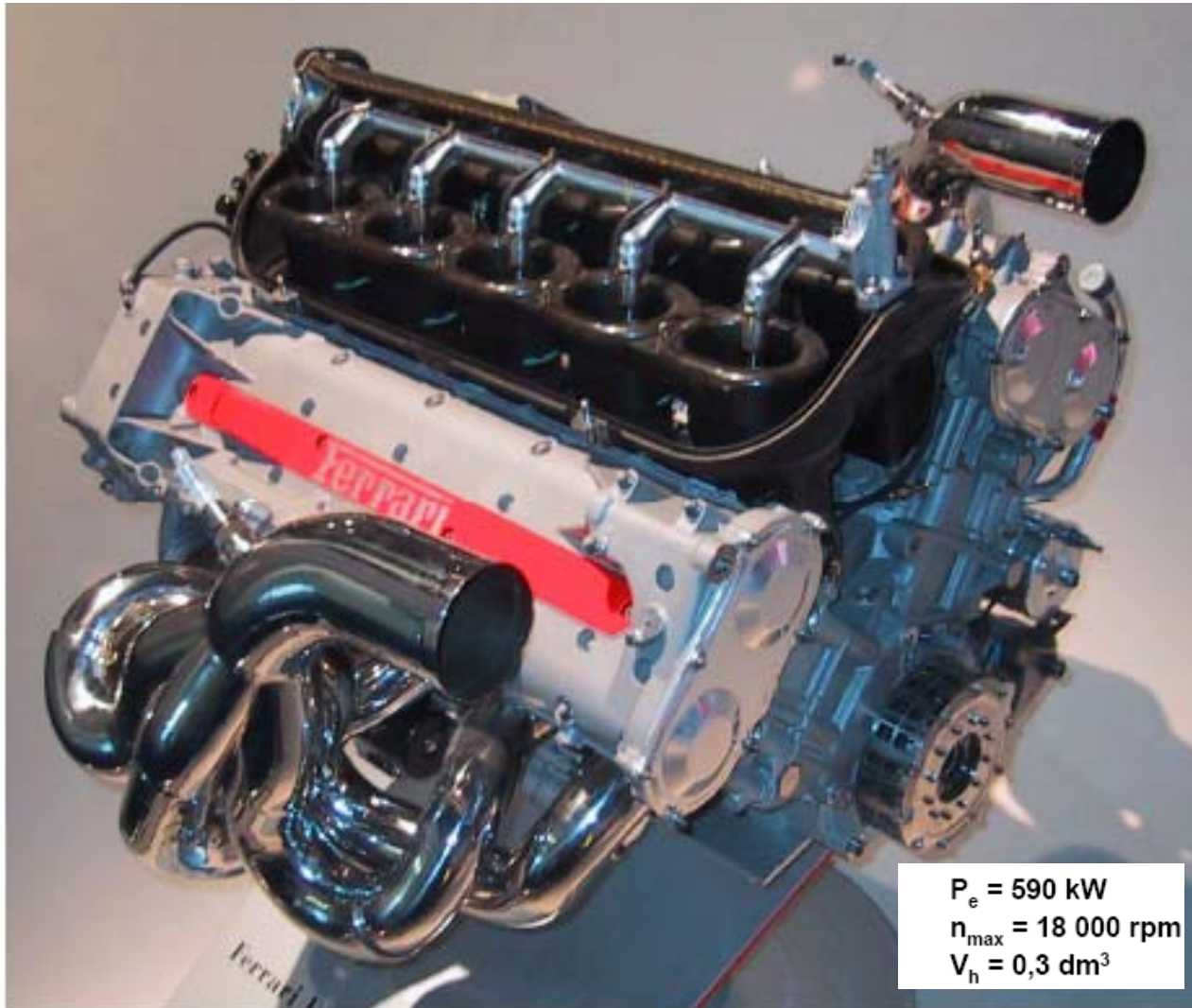
SoftKomak موتور FZR 750 با پنج دریچه



$P_e = 560 \text{ kW}$
 $n_{\max} = 17\,000 \text{ rpm}$
 $V_h = 0.3 \text{ dm}^3$

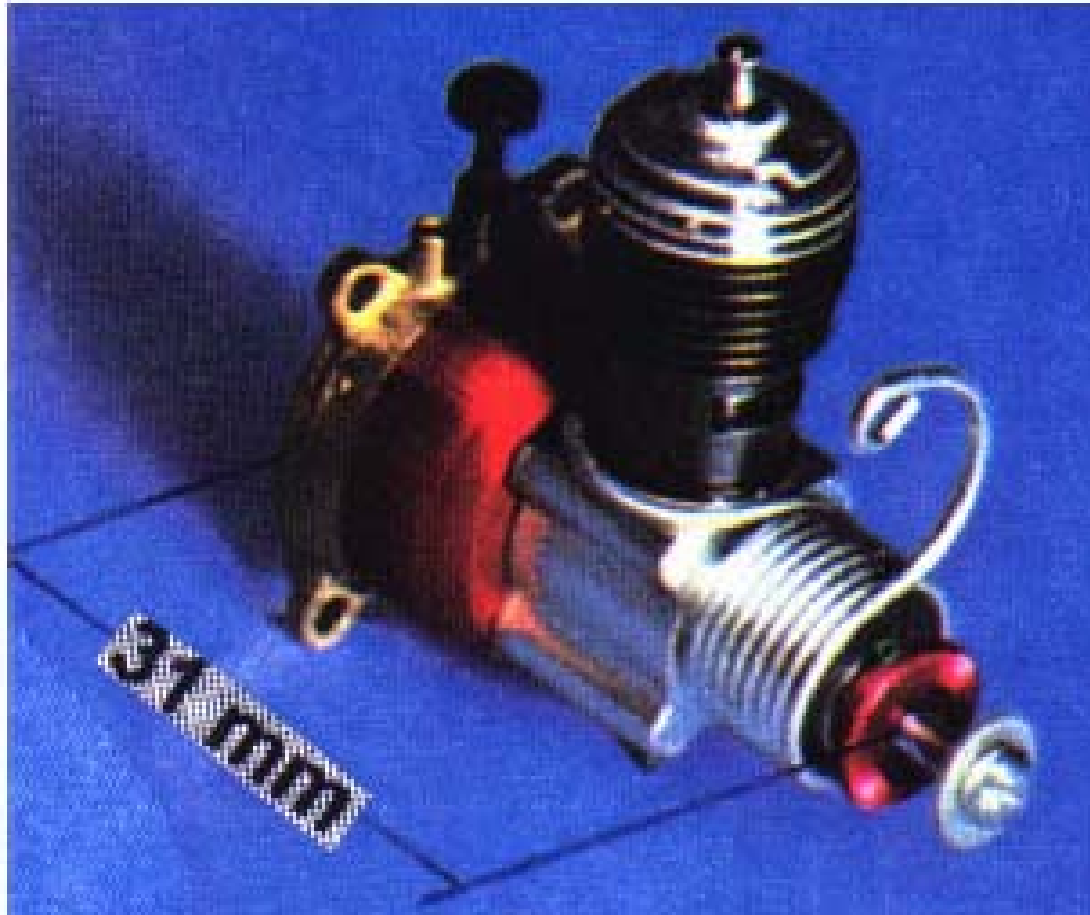


موتور مسابقه Ferrari



$P_e = 590 \text{ kW}$
 $n_{\max} = 18\,000 \text{ rpm}$
 $V_h = 0,3 \text{ dm}^3$

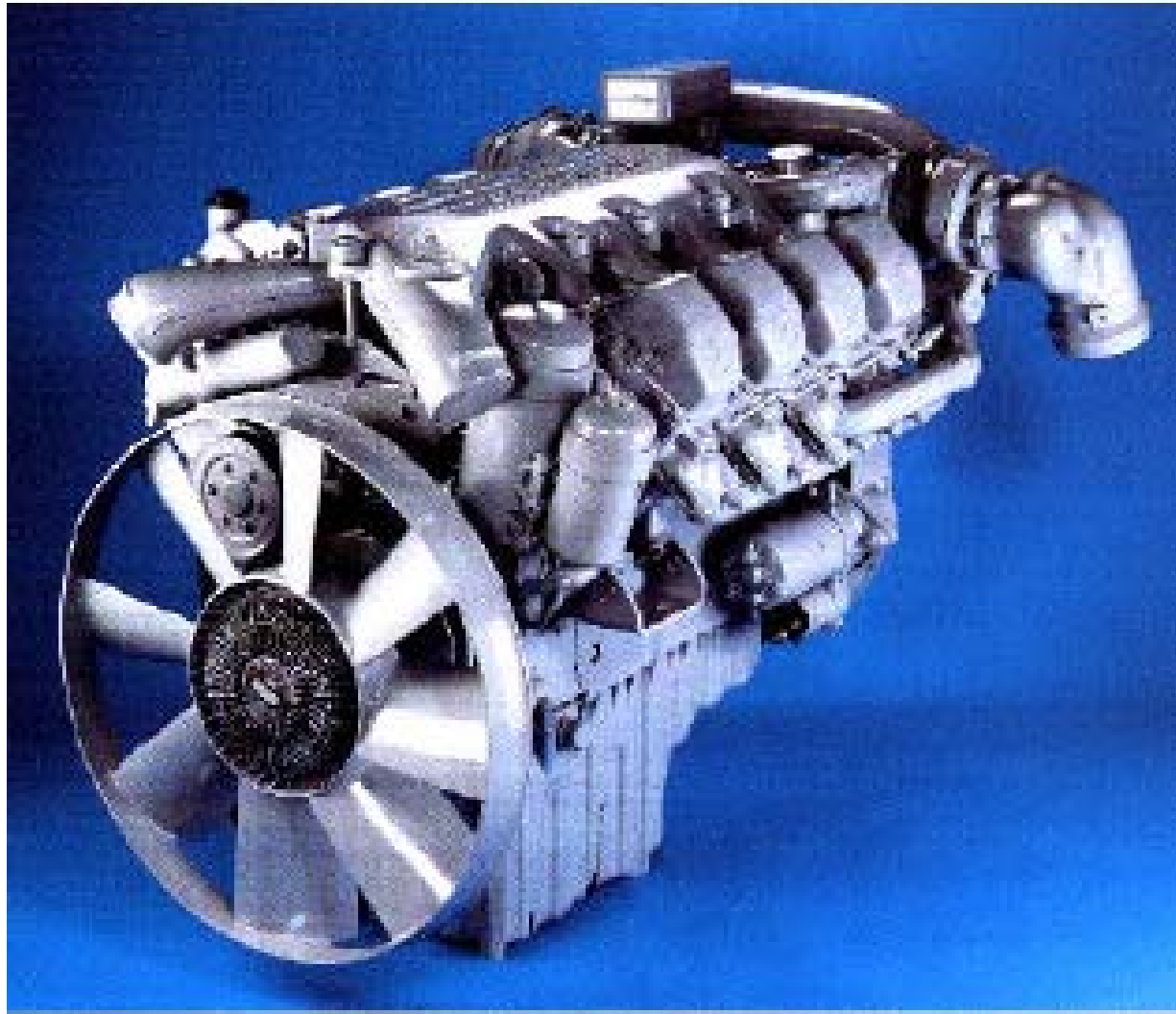
موتور هواپیمای کوچک Cox Pee Wee

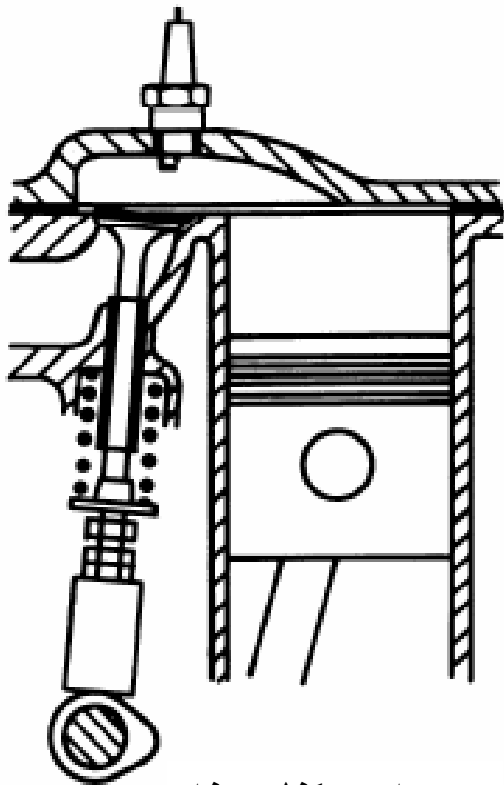


ظرفیت : 0.33cm^3 توان اسمی : 27W
قطر : 7.6 mm سرعت بیشینه : 17500 rpm
طول مسیر : 6.1 mm حجم مخزن : 2.2cm^3
جرم : 21 g

موتور دیزل برای خودرو باری

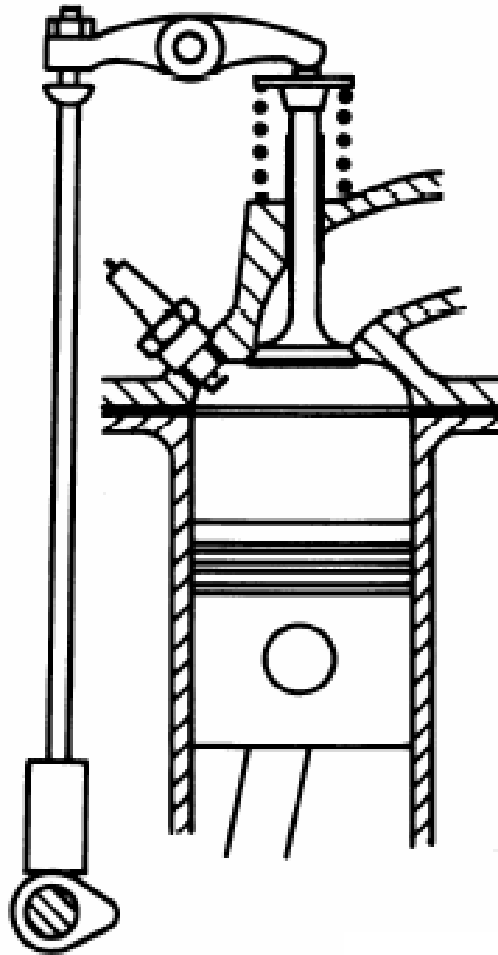
MB OM 502 LA





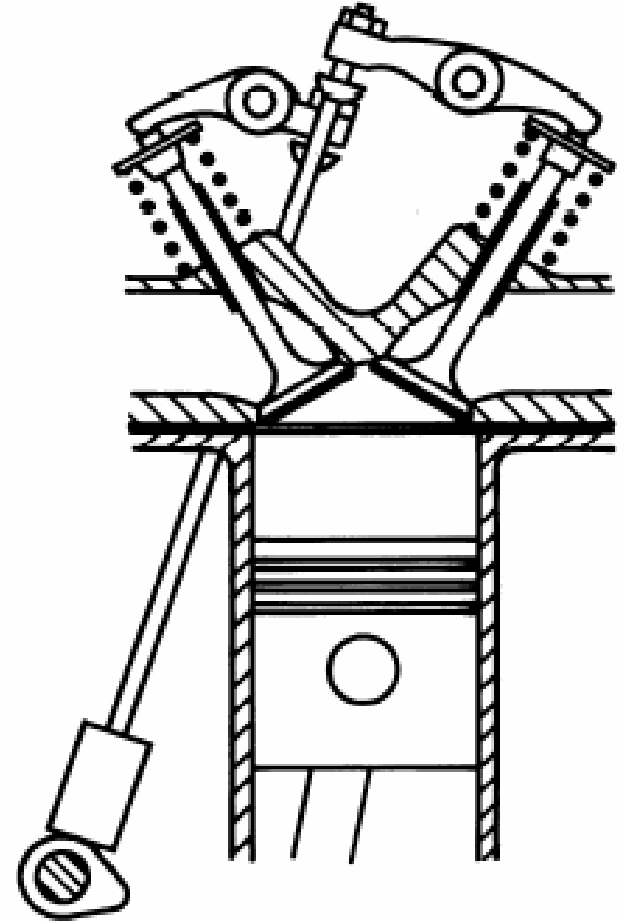
دریچه در کنار بدنه

A

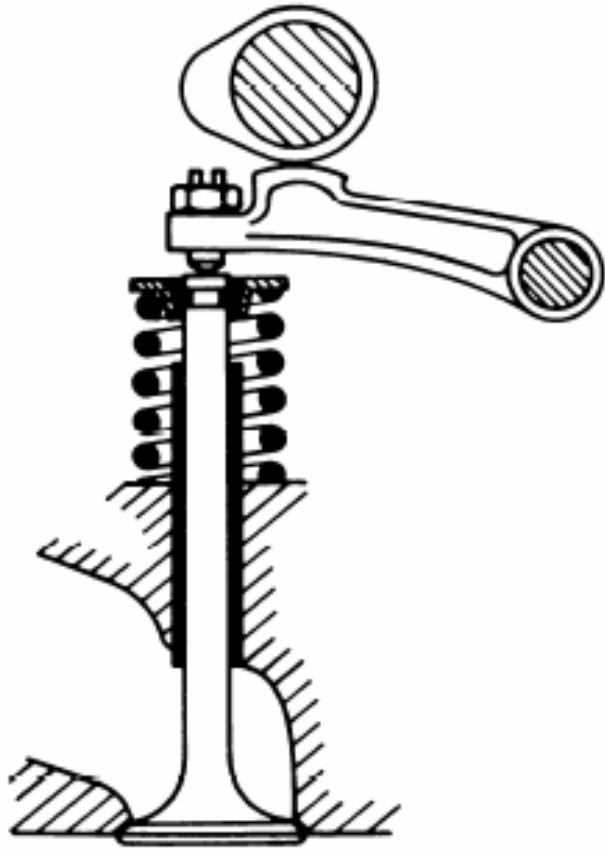


دریچه در بستر + میل دریچه

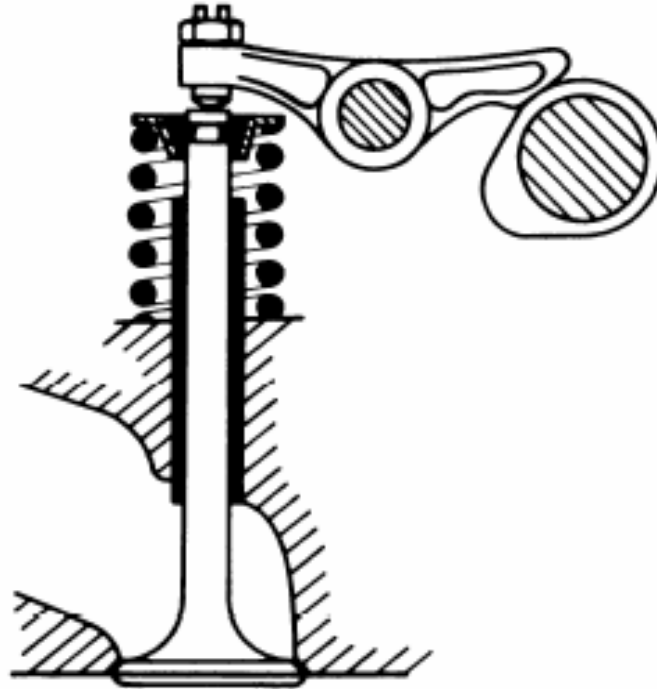
B



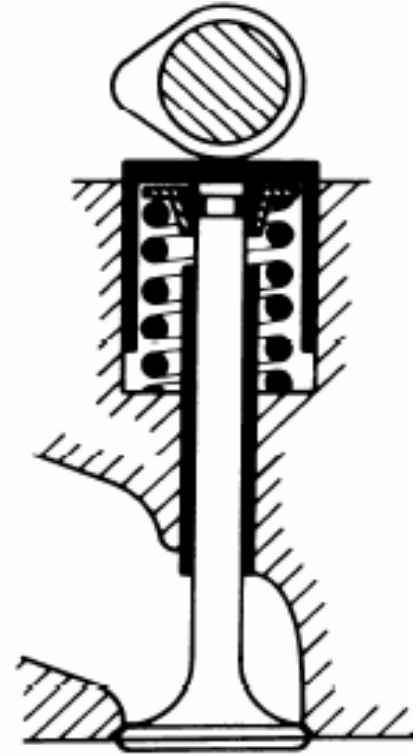
C



Finger follower

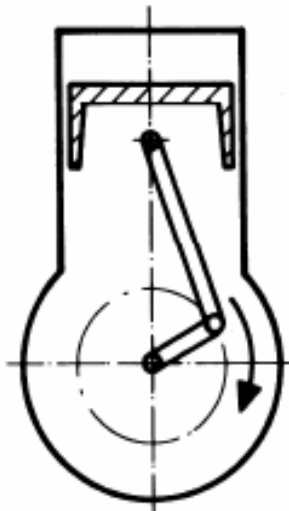


Rocker arm

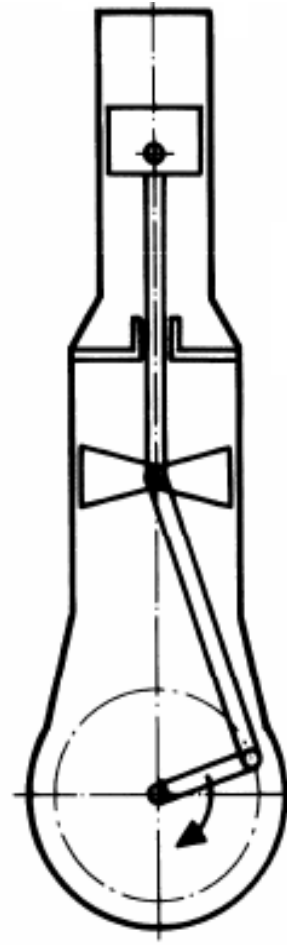


Tappet

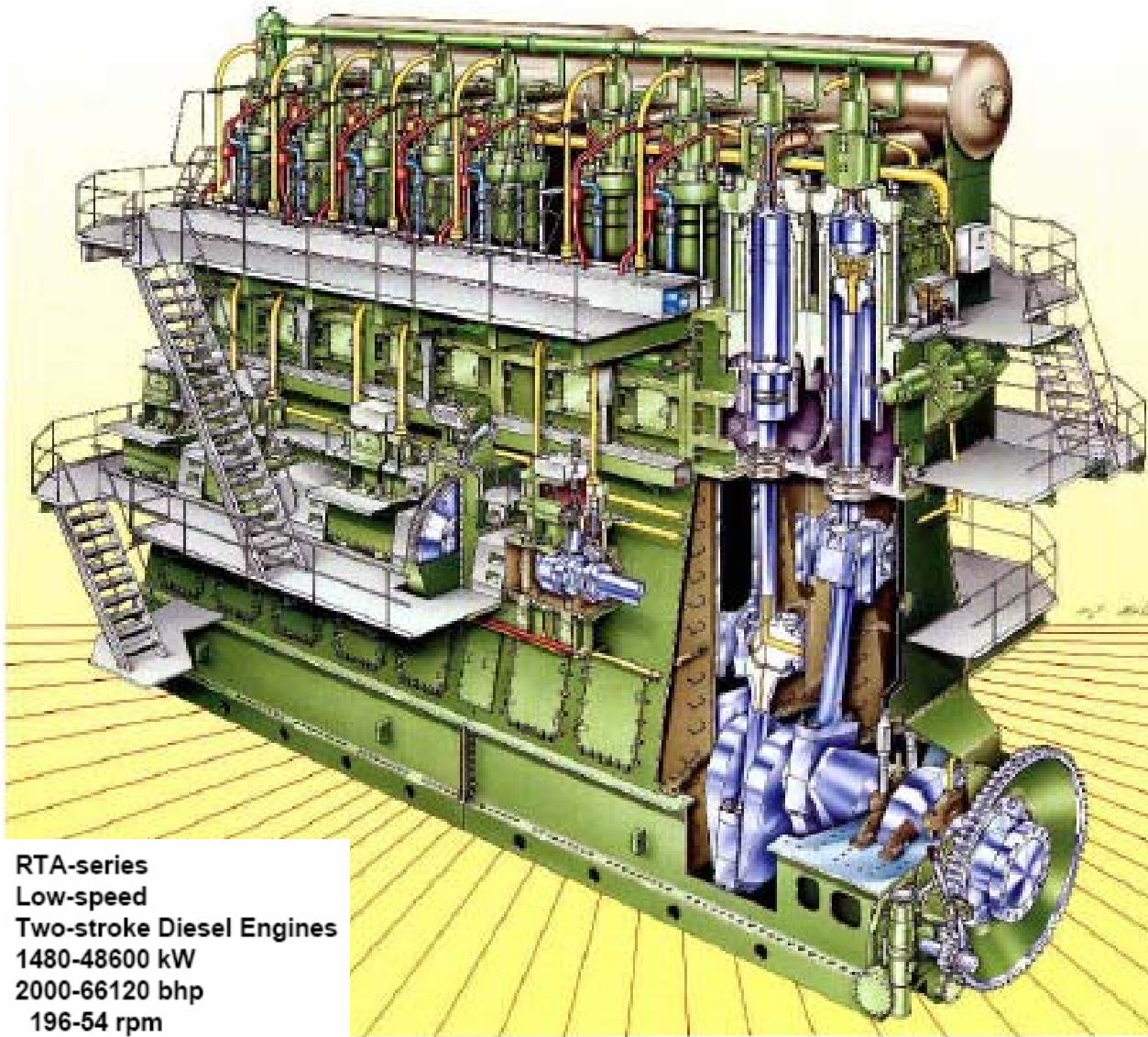
دسته سمبه عادی = یک تکه

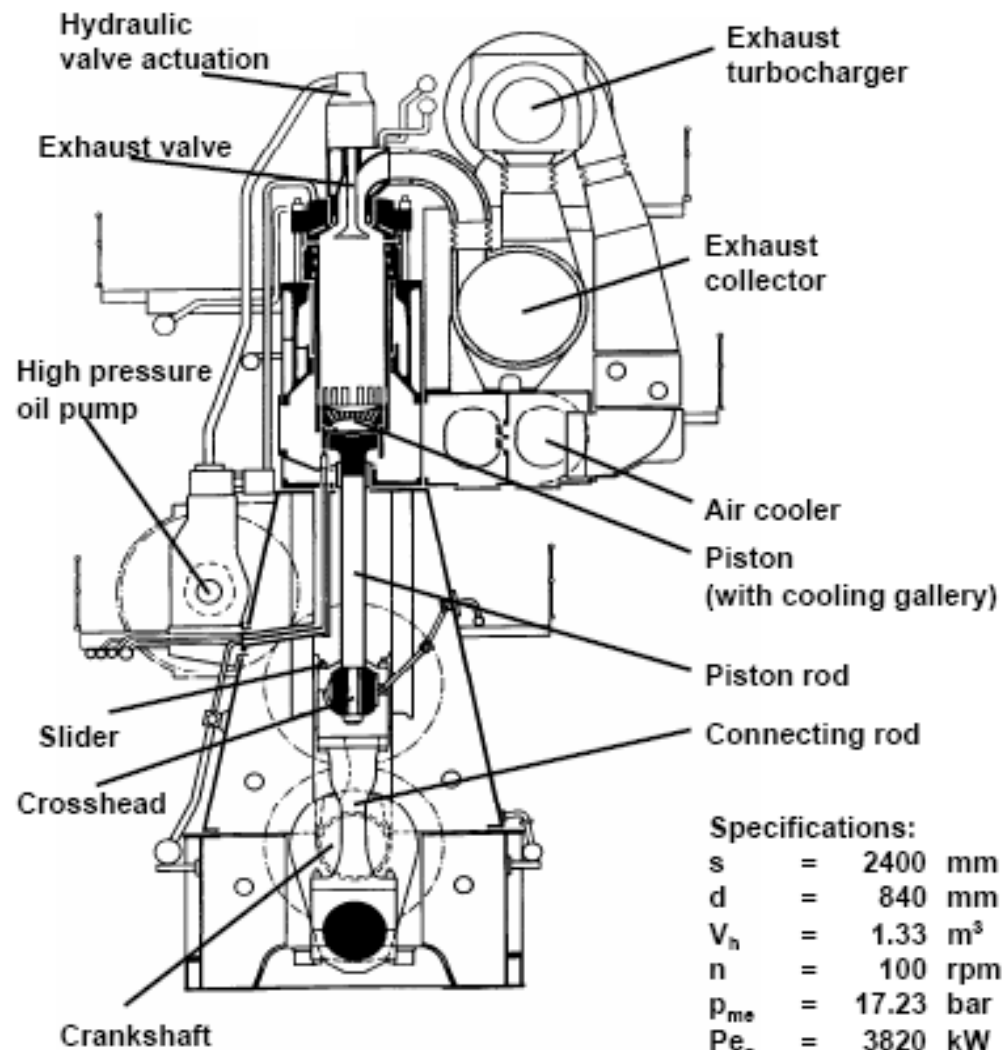


دسته سمبه دوتکه
برای موتورهای سنگین



SoftKomak *Sulzer 9RTA 84C* موتور

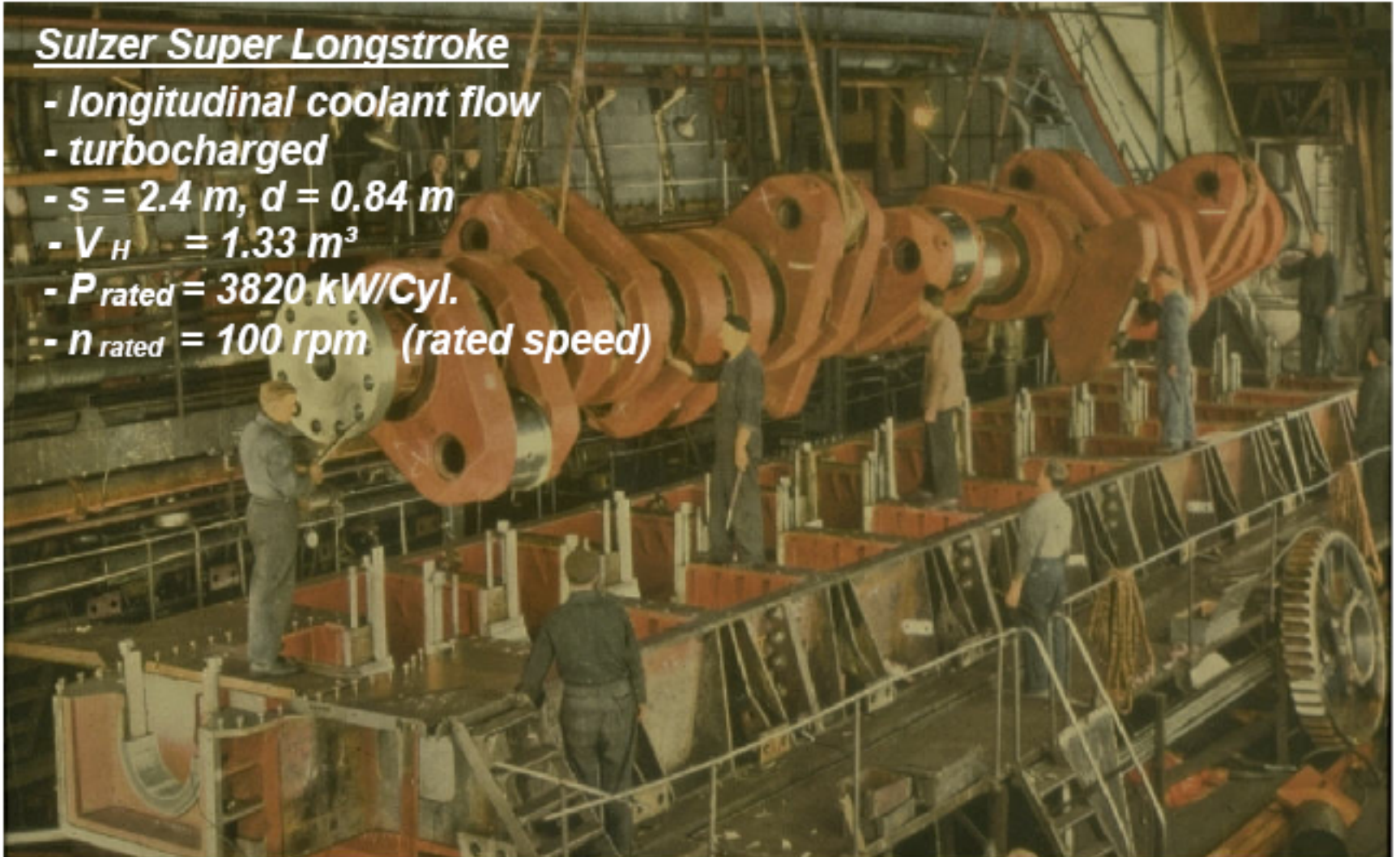




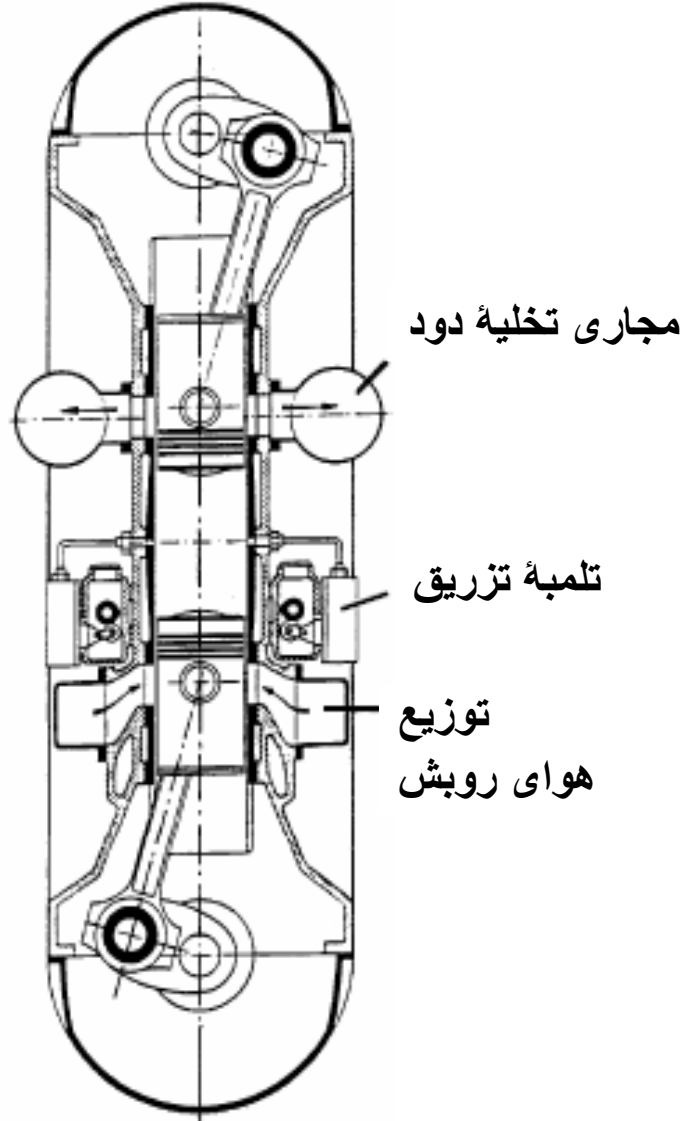
میل لنگ موتور 84 Sulzer RTA

Sulzer Super Longstroke

- longitudinal coolant flow
- turbocharged
- $s = 2.4 \text{ m}$, $d = 0.84 \text{ m}$
- $V_H = 1.33 \text{ m}^3$
- $P_{\text{rated}} = 3820 \text{ kW/Cyl.}$
- $n_{\text{rated}} = 100 \text{ rpm}$ (rated speed)



SoftKomak موتور با سمبه های متقابل



موتور با سمبه های متقابل



تأثیر معماری موتور بر کارآمدی

برای موتورهای متشابه و نمودار یکسان

متغیر الف ب ج

سرعت سمبه	1	1	1
طول مسیر سمبه	1	2	1
سرعت دورانی	1	0.5	1
قطر استوانه	1	2	1
کل مساحت سر سمبه	4	4	1
توان	4	4	1
ظرفیت کل	4	8	1
وزن	4	8	1
گشتاور متوسط	4	8	1
نسبت توان به وزن	1	0.5	1
تنش بیشینه لختی	1	1	1
سرعت متوسط گازها	1	1	1
تنش گرمایی	1	بیشتر	1

فرض

ب : موتوری متشابه با الف
با قطر ۲ برابر و طول مسیر ۲ برابر
ج : موتوری متشابه با الف با ۴ استوانه

نتیجه

نتیجه

نتیجه

موتورهای متشابه

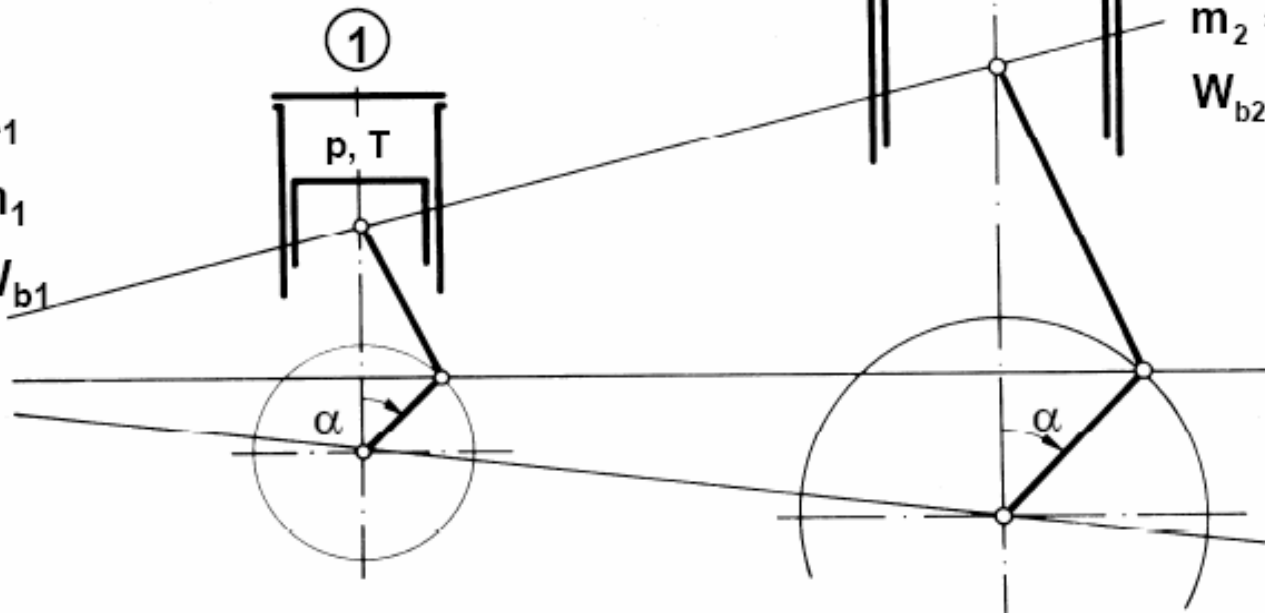
x : نسبت تشابه

قطر و طول l_1

سطح مقطع A_1

جرم m_1

وزن W_{b1}



(2)

p, T

$$l_2 = l_1 x$$

$$A_2 = A_1 x^2$$

$$m_2 = m_1 x^3$$

$$W_{b2} = W_{b1} x^3$$

(1)

p, T

α

α

تحلیل فرآیندی موتورهای متشابه

- تنشهای مکانیکی موضعی

$$\sigma_{m2} = \sigma_{m1}$$

- نرخ متوسط شار حرارتی

$$\varphi_m \sim D^x \quad (-0,25 < x < -0,18)$$

- تنشهای حرارتی

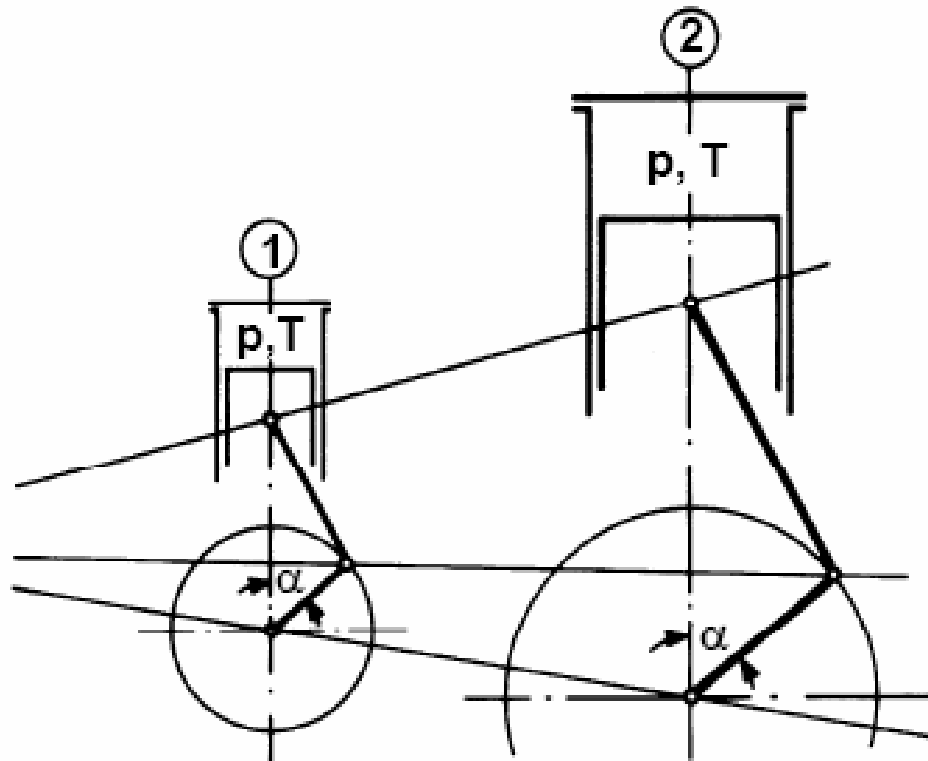
$$\Delta T_{w2} > \Delta T_{w1} \rightarrow \sigma_{th2} > \sigma_{th1}$$

- فشار متوسط اصطکاکی

$$p_{mr2} < p_{mr1}$$

- فاصله تعمیرات ، دوام

$$L_2 > L_1;$$

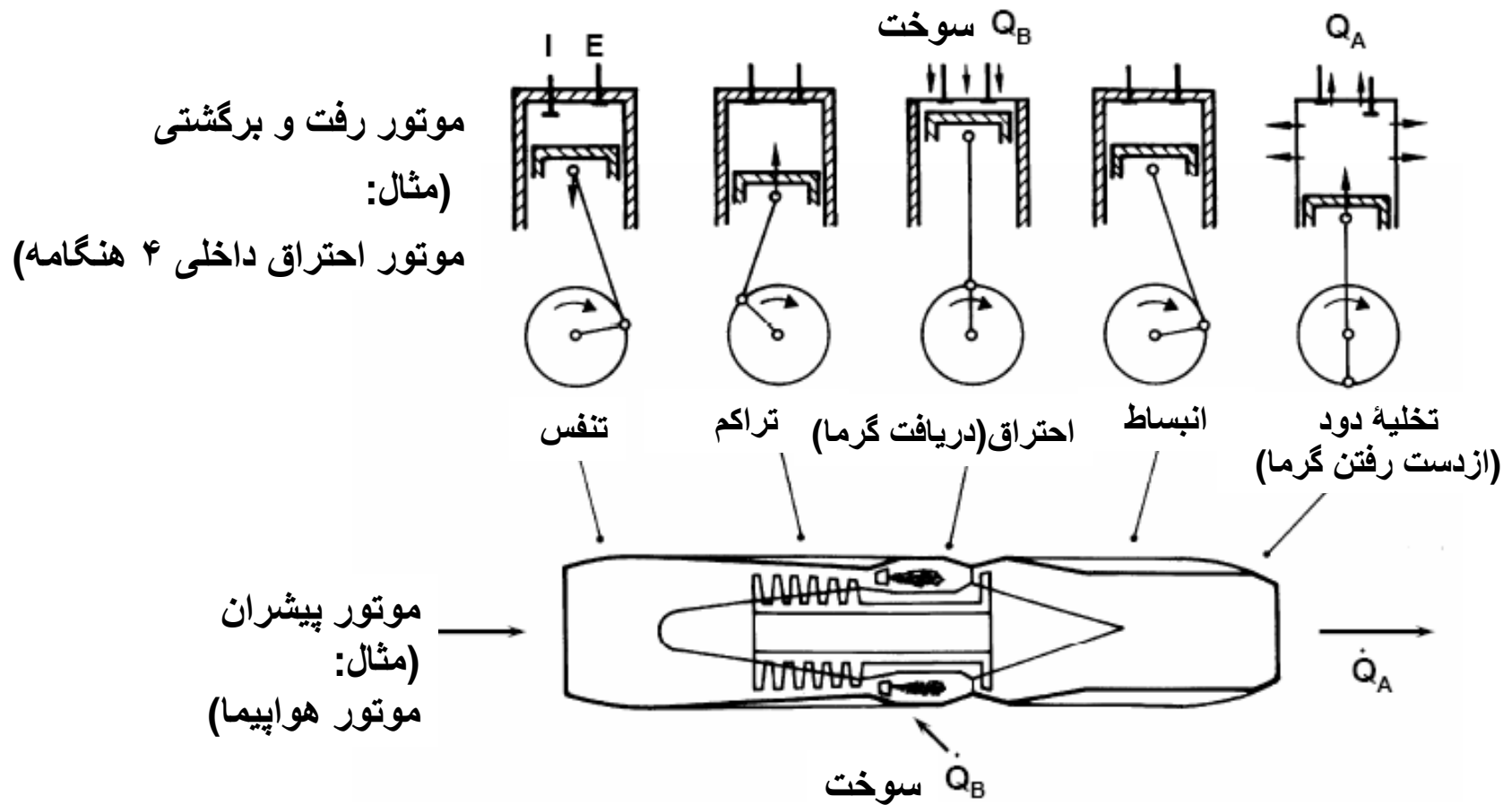


فرض : $\bar{U}_{m1} = \bar{U}_m = \bar{U}_{m2}$

۸-۶ طراحی احتراق

- پیوسته / متناوب
 - اتاق باز / دو یا چند اتاقک / اتاق گلو بسته
 - فرآیند : متعارف
- مرکب (خودافروزش مهار شده مخلوط همگن)
خاص (بخار ، استیرلینگ)

مقایسه موتور احتراق داخلی رفت و برگشتی با موتور پشران



۷-۸ نوع سوخت

• بنزین

• گاز طبیعی / H_2 / گاز توده زیستی / گاز کوره / میعانات گازی

• الکل / مخلوط بنزین و الکل

• نفت گاز / نفت کوره / قیر

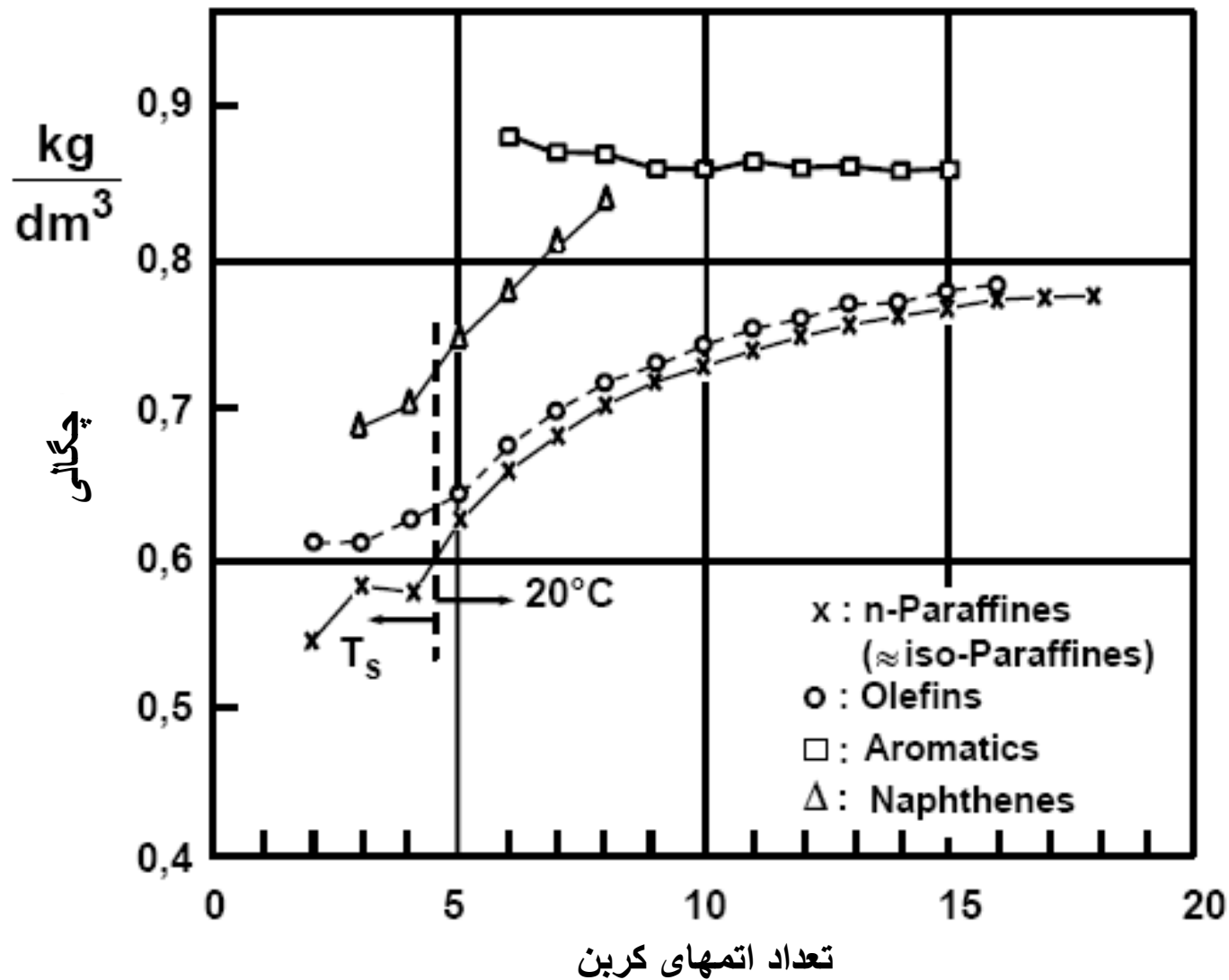
• مخلوط گاز و نفت گاز

• روغنهای گیاهی / اتر DME

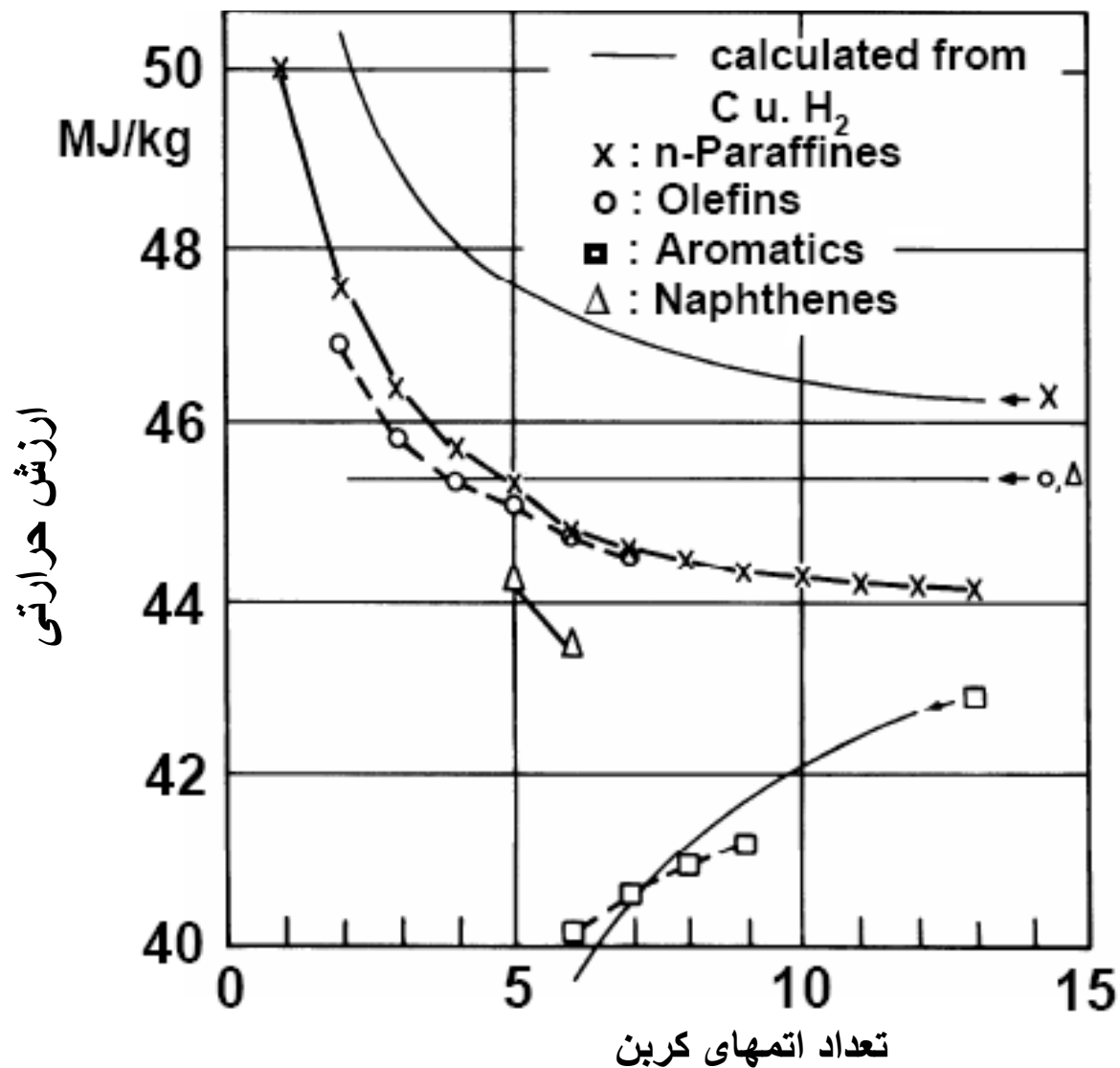
ارزش گرمایی و نسبت کربن به ارزش حرارتی سوختها

	H_u	c/H_u
Units	[kJ/kg]	[mg/kJ]
Diesel	42800	20.2
Eurosuper	42000	20.0
Liquid gas (LPG)	45840	18.0
Natural gas	47700	15.9
Dimethylether	28400	19.1
Methanol	19700	19.0
Ethanol	26800	19.4
Rape Oil Methylether	37100	20.7
Hydrogen	120000	0.0

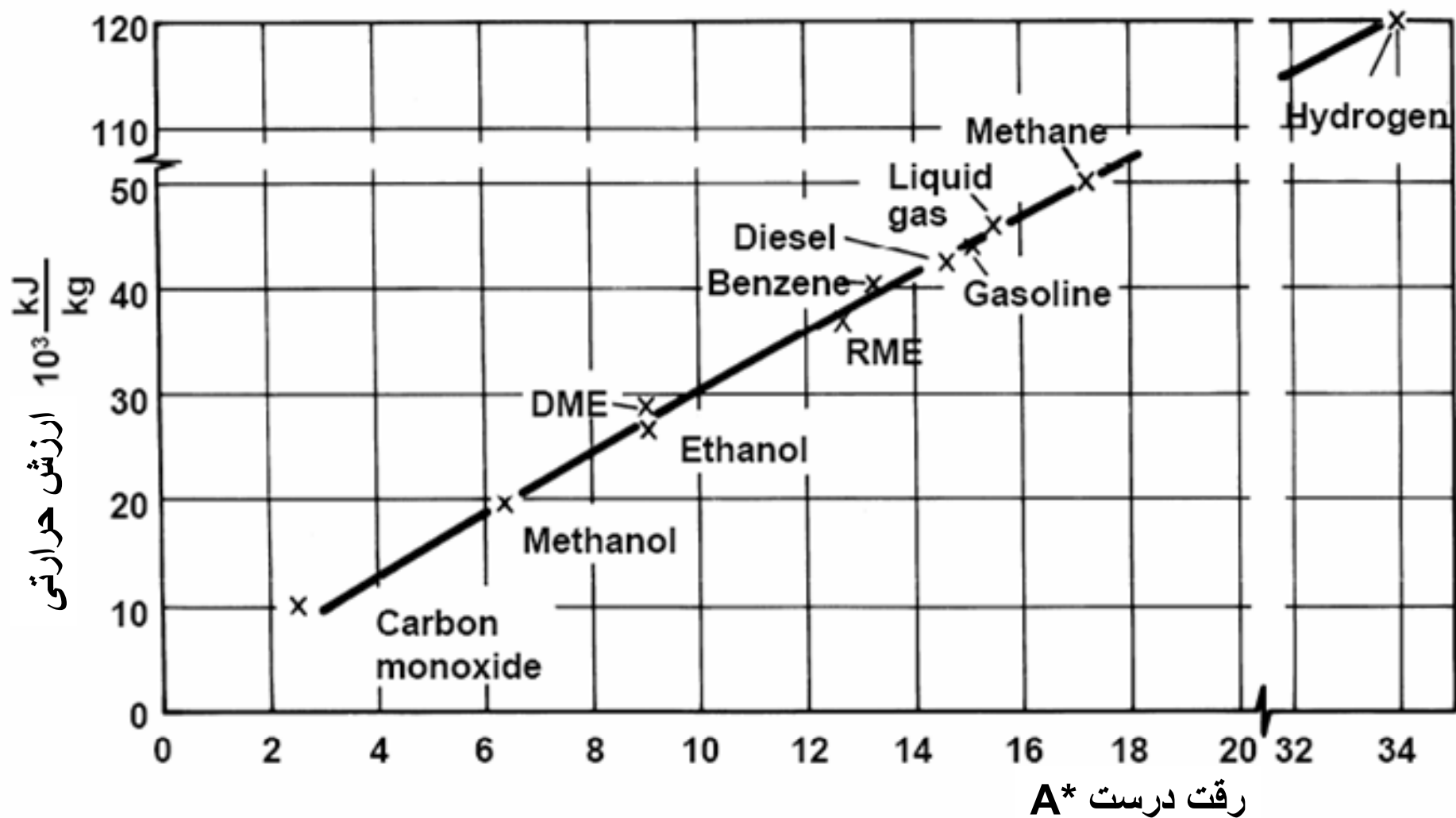
چگالی ترکیب هیدروکربورهای مختلف



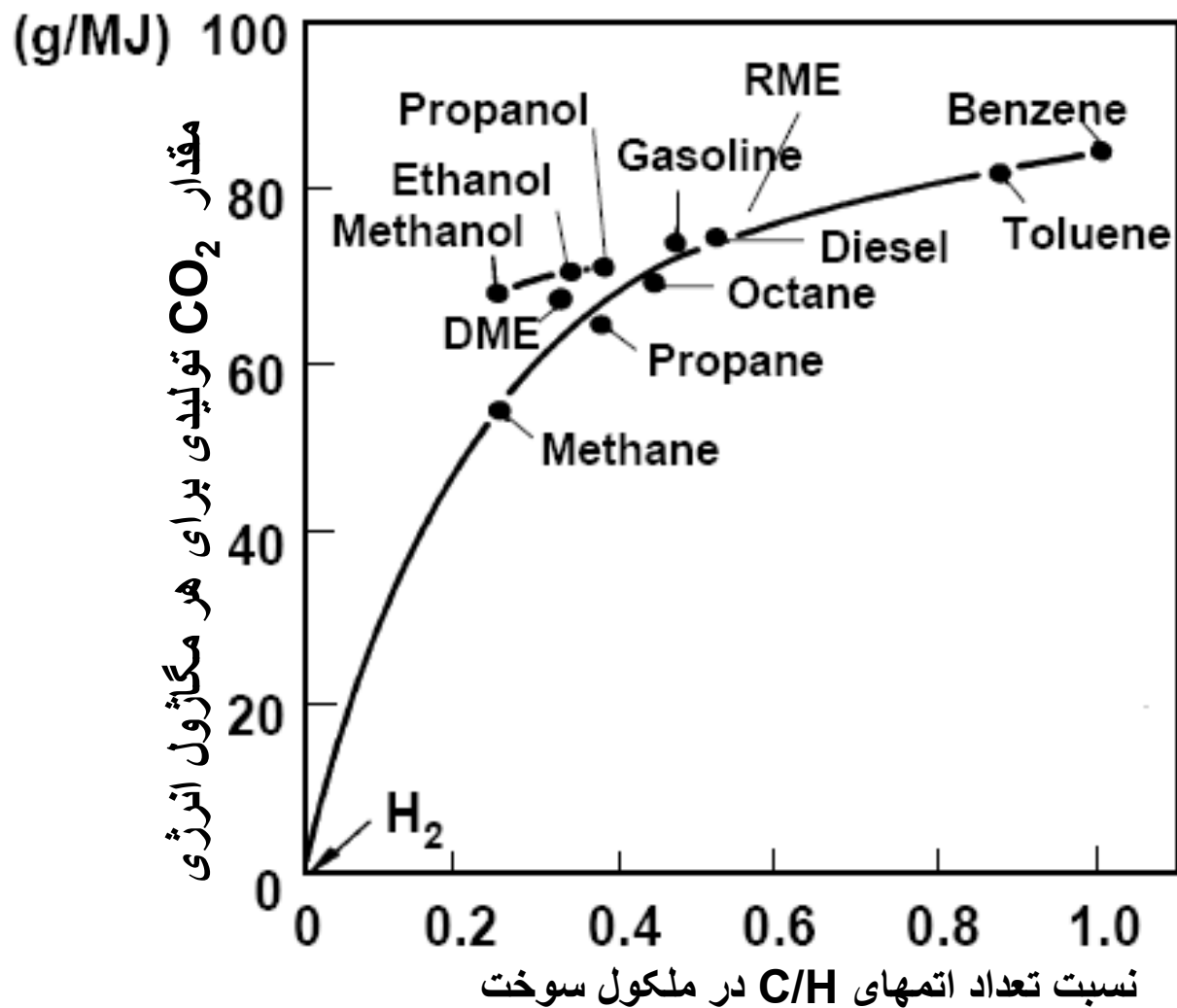
ارزش حرارتی انواع ترکیب هیدروکربورها



SoftKomak مشخصات منابع شیمیایی انرژی

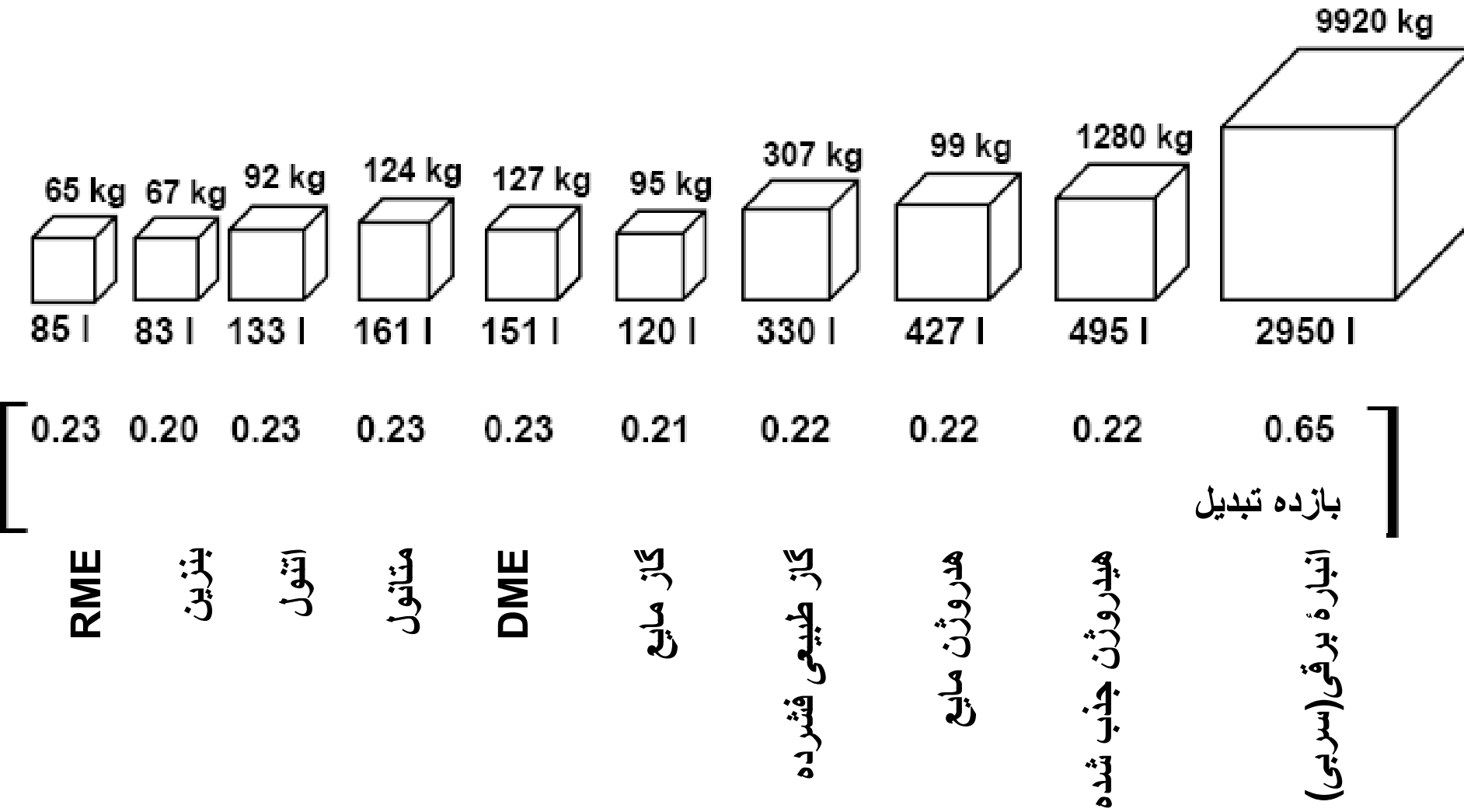


بررسی سوختها به لحاظ تولید CO_2



SoftKamak قابل استفاده

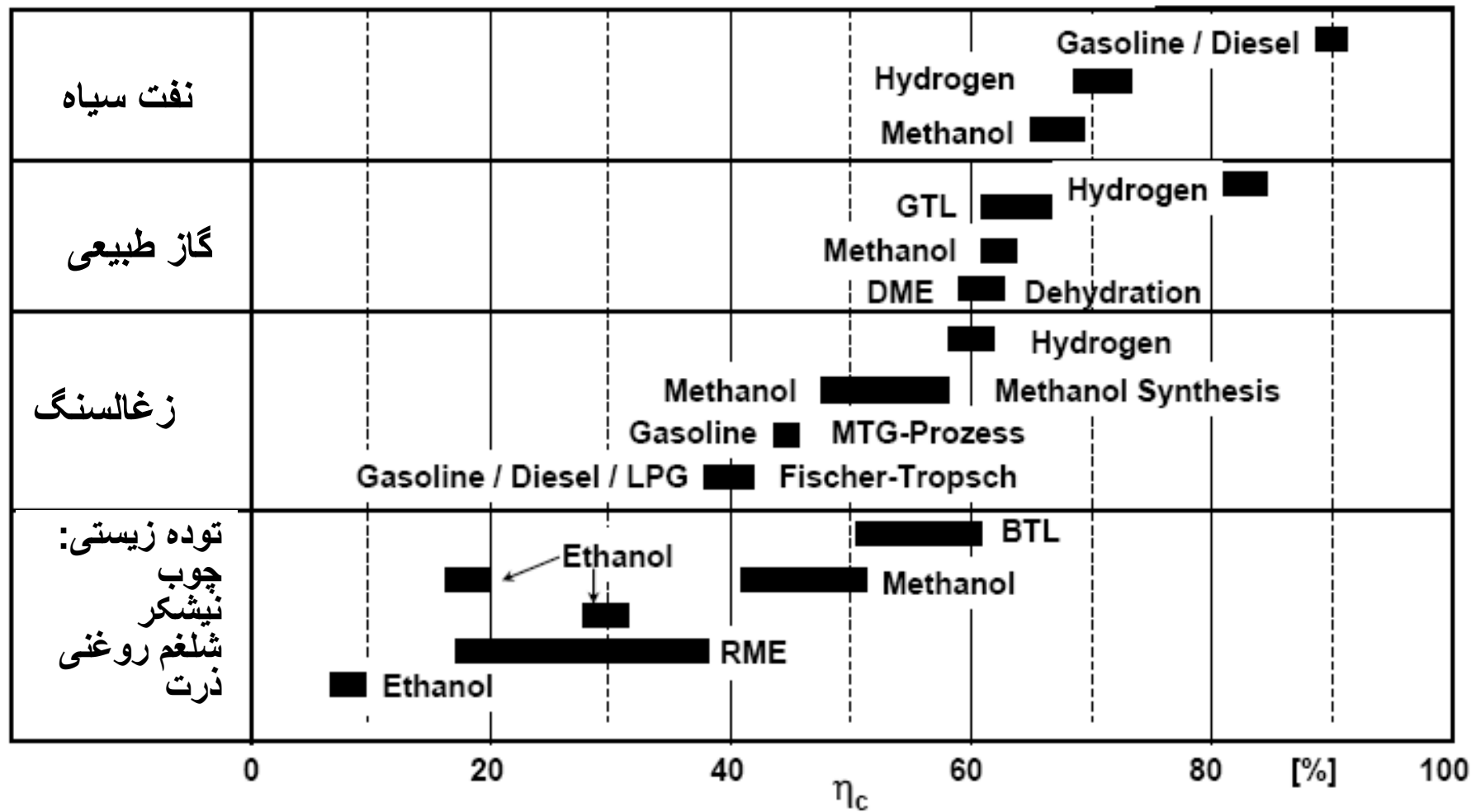
حجم و وزن مخزن معادل با توجه به محتوای انرژی قابل استفاده از مخزن ۷۵ لیتری نفتگاز



سوخت‌های جایگزین

ترکیب اتمی	نام	ساختار	ملاحظات
H	Hydrogen	H_2	LH_2/GH_2
C,H	Methane	CH_4	(CNG) گاز طبیعی
C,H	گاز مایع LPG	C_3H_8, C_4H_{10}	Propane Butane (LPG)
C,H,O	Methanol	CH_3OH	R-OH (Alcohol)
C,H,O	Ethanol	C_2H_5OH	R-OH (Alcohol)
C,H,O	Dimethylether	CH_3OCH_3	CH_3 (Methyl) R_1-O-R_2 (Ether)
C,H,O	روغن بذر شلغم methyl ester		$ \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ R_1-C \\ \backslash \\ O-R_2 \end{array} \quad (Ester) $
C,H,O	مخلوطها : گاز زیستی	CH_4+CO_2	

بازده گرمایی تولید سوخت‌های مختلف



سوخت متناسب با کاربردهای مختلف

سوخت	خودرو سواری موتور اتو	خودرو سواری موتور دیزل	قوه سوختی
LH ₂ /GH ₂	•	(•)	•
CNG/LNG	•		(•)
LPG	•		
Methanol	•		(•)
Ethanol	•		
RME		•	
DME		•	

به عنوان سوخت موتورهای احتراق داخلی

مزایا

- ۱- منابع فراوان گاز طبیعی
- ۲- عدم تأثیر برتشکیل ازن در سطح زمین
- ۳- محدوده گسترده قابلیت افروزش ($0,7 < \lambda < 2,1$)
- ۴- کاهش آلودگی:
 - الف- ۲۰٪ کاهش CO_2
 - ب- کاهش HC (تشکیل مناسب مخلوط، بویژه در هنگام راه اندازی موتور سرد)
 - ج- کاهش اکسیدهای ازت
 - همگنی مخلوط تشکیل شده
 - احتراق کندتر
- ۵- امکان توسعه خودروهای دوسوخته بدون تغییرات عمده در موتور

معایب

- ۱- پیچیدگی بیشتر ذخیره کردن و کار با سوخت گازی
- ۲- تبدیل متان در واکنشگر
- ۳- افزایش قیمت خودروهای دوسوخته

گاز طبیعی

مسائل کاربرد آن در موتورهای احتراق داخلی

ویژگی	واحد	مقدار	ملاحظات
ارزش حرارتی مخلوط	kJ/m^3	3.4	کاهش توان نظری تا ۷ الی ۱۰٪ برای $\lambda = 1$ — جبران به کمک تشکیل مخلوط درون استوانه و پرخورانی
محدودهٔ افروزش		$0.7 < \lambda < 2.1$	امکان جزئی پایش کیفیت (با رقیق کردن) — سازگاری مناسب با بازگردانی دود (کاهش اکسدهای ازت)
خواص ضد کوبش (در مقایسه با بنزین)	RON	$120..140^\circ$	افزایش نسبت تراکم حجمی — کاهش مصرف سوخت* سازگاری با پرخورانی
سرعت احتراق (در مقایسه با بنزین)		کندتر	کاهش پیش افروزش عملکرد ترمتر
*متناسب با کیفیت گاز			

گاز طبیعی

مفاهیم و چرخه ها

□ گاز طبیعی در چرخه اوتو می تواند به لحاظ مفهومی دو کاربرد داشته باشد:

۱- تک سوخته: فقط گاز طبیعی که مزیت آن بیشترین کاهش آلاینده‌گی و مصرف سوخت است

(←خودرهای تجاری)

۲- دوسوخته: بنزین یا نفتگاز، و گاز طبیعی

□ موتور و پالایش دود در حالت گازسوز:

- $\lambda=1$ با واکنشگر سه منظوره (بدون یا با کمی بهبود مصرف سوخت)

- موتور رقیق سوز پرخورانی شده

(افزایش پیمایش تا حدود ۲۰ الی ۳۰٪ متناسب با نسبت فشار تنجار)

موتور اتوی پایه گازسوز

بررسی کارایی و آلاینده‌گی

موتور ۲ لیتری، ۴ استوانه

تمام بار

Nat. gas:

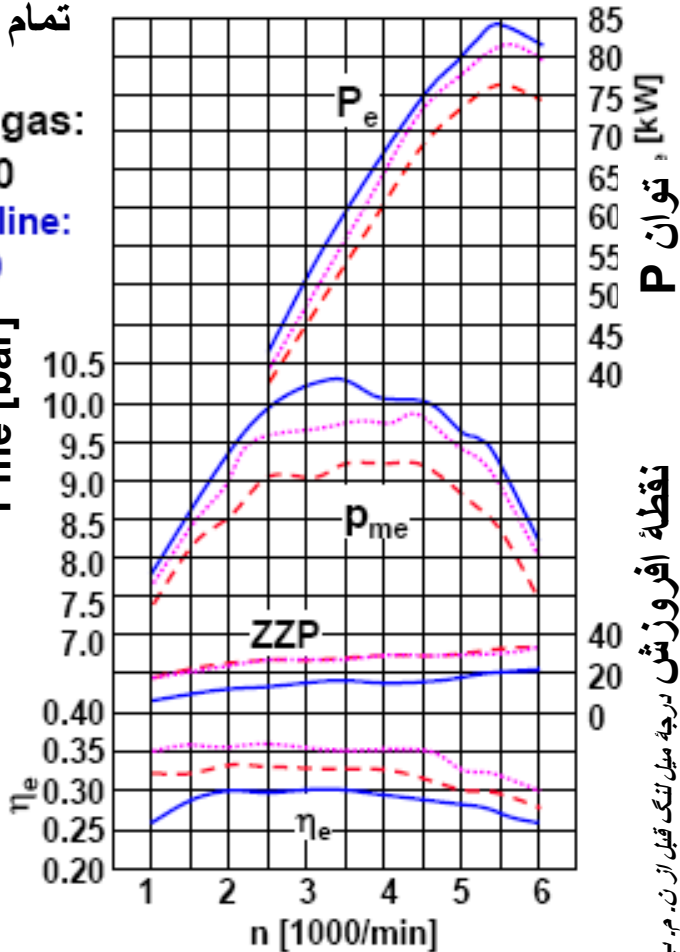
$\lambda=1.0$

gasoline:

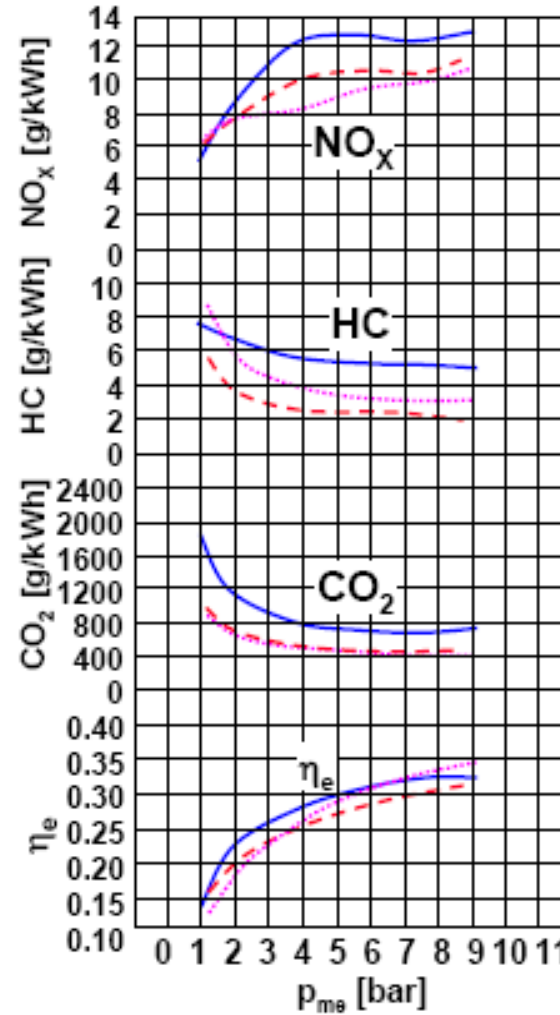
$\lambda=0.9$

فشار متوسط مؤثر داخلی

P_{me} [bar]



نقطه افروزش درجه میل‌نگ قبل از ن. م. ب.



بار جزئی

2000 1/min

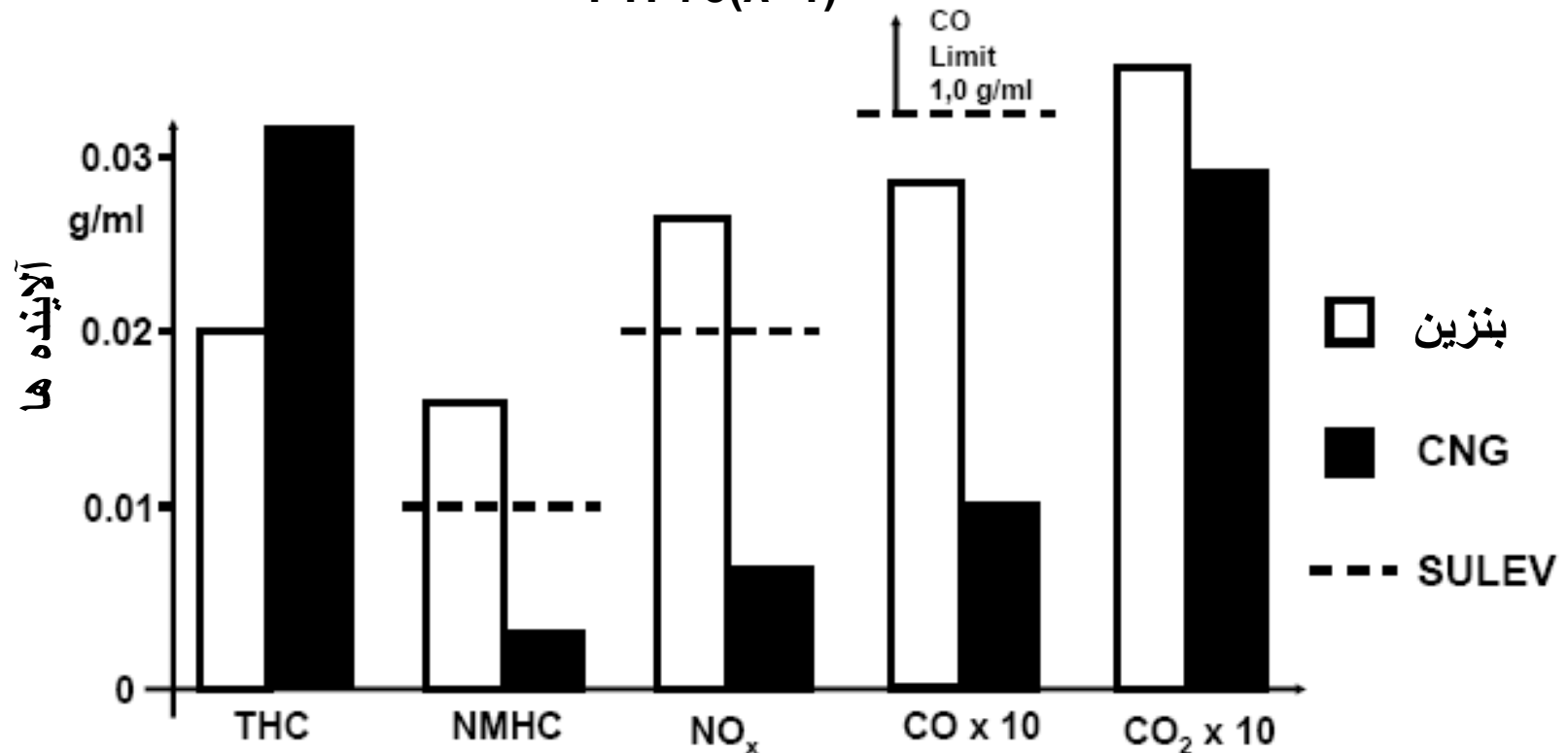
$\lambda=1.0$

— gasoline $\epsilon=10$
 - - Nat. gas $\epsilon=10$
 Nat. gas $\epsilon=14$

موتور اتوی پایه گازسوز

مقایسه انتشار آلاینده ها در چرخه رانندگی آمریکا

FTP75($\lambda=1$)



خودرو مورد آزمایش: مرسدس بنز دو سوخته C230

نتایج: حد SULEV کالیفرنیا مراعات شده اما

در مقایسه با خودرو بنزینی مقدار کل HC به دلیل متان بیشتر است

خودروهای پایه گاز

مزایا و معایب

❑ بازده بزرگتر، کاهش مصرف سوخت نسبت به موتوربنزینی اما بازده ضعیفتر از خودرو دیزلی

❑ توسعه واکنشگر گزینشی نسبت به متان

❑ انتخاب و بهینه سازی موتورهای دیزل تولید انبوه برای کار با گاز (تغییر بستار، اتاق احتراق و غیره)

❑ بکارگیری مخازن متشکل از مواد مرکب (Al/Carbon یا پشم شیشه/Al) به جای مخازن متشکل از ورق فولادی ← کاهش وزن تا ۷۵٪.

❑ افزایش پیمایش: تک سوخت گازی تا ۴۵۰ کیلومتر و دوسوخته تا ۷۰۰ کیلومتر. ❑ کاهش قیمت فروش

❑ تقویت زیرساخت توزیع سوخت با افزایش تعداد جایگاههای توزیع گاز

۸-۸ سوخت رسانی

محل ورود سوخت :

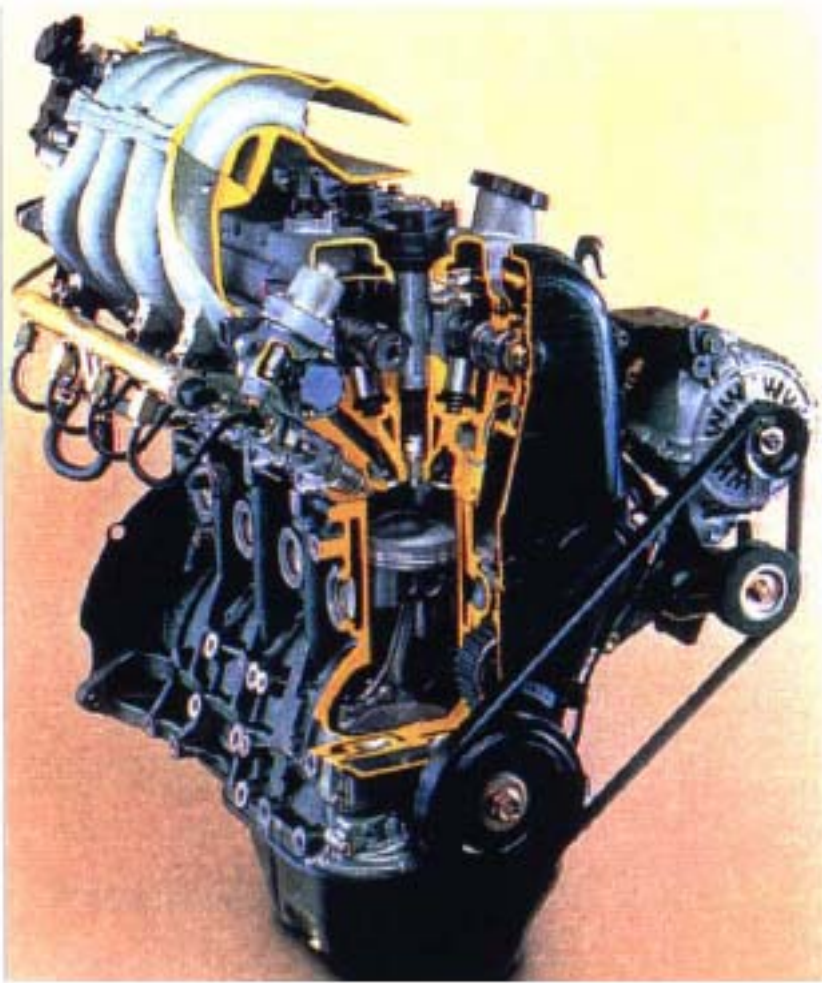
- قبل از اتاق احتراق ؛

سوخت آمایی / تزریق : تک نقطه ای ، چند نقطه ای

- داخل اتاق احتراق ؛

تزریق مستقیم / تزریق فشار متوسط / تزریق فشار قوی
با چند راهه

SoftKomak Toyota 2l - 4V موتور بنزینی تزریق مستقیم



۸-۹ خنک کاری

- با مایع، با آب
- با هوا
- بدون خنک کاری مستقیم

۸-۱۰ روش تنظیم بار

- خفانش جریان مخلوط
- تنظیم جریان سوخت
- ترکیبی از آن دو
- مدیریت هوشمند

۸-۱۱ کاربرد

- ترابری ؛ جاده ای ، راه آهنی ، هوایی ، دریایی ، غیر جاده ای
- مولد برق ثابت زمینی ، متحرک
- صنعتی کوچک و بزرگ

کاربردهای موتورهای درونسوز SoftKomak



قایق و کشتی



سواری



باری



قطار



هواپیما



دوچرخ موتوری



چمن زنی



اره موتوری



نیروگاه

۸-۱۲ دسته بندی بر مبنای سرعت دورانی

نوع موتور	D [mm]	نوع چرخه	کاربرد
موتور کوچک	تا 90	۲-۴ هنگامه، بنزینی- دیزل	دوچرخ، صنعتی سبک
موتور سواری (سریع)	50 – 250	(۲)-۴ هنگامه، بنزینی – دیزل گاز – دوگانه سوز	سواری، باری، خودرو ویژه قطار، مولد برق
دیزل سنگین سریع	200 – 650	۴ هنگامه، دیزل، (گاز) سوخت سنگین	دریایی، نیروگاهی
دیزل سنگین کند	(200) – 500 – 1000	۲ هنگامه، دیزل سوخت سنگین	دریایی، نیروگاهی
موتور هواپیما	70 – 160	(۲)-۴ هنگامه	هواپیمای کوچک
موتور مسابقه	70 - 100	۴ هنگامه	مسابقه

دسته بندی موتورهای دیزل سنگین برحسب سرعت دورانی

سرعت دورانی	N د.د.د.	D mm	بازده %	Csp g/kWh
کند	۹۰ تا ۱۷۰	۴۵۰ تا ۹۰۰	۵۲	۱۶۳
متوسط	۴۰۰ تا ۷۵۰	۲۰۰ تا ۶۵۰	۴۹	۱۶۵-۱۷۰
سریع	۱۰۰۰ تا ۲۲۰۰	۱۸۰ تا ۳۰۰	۴۵	۲۰۰