In the name of Allah, Most Gracious, Most Merciful.

In the name of Allah, Most Gracious, Most Merciful.
In the name of Allah, Most Gracious, Most Merciful.

propulsion

پیشران

رانش یا **تراست** (Thrustنیروی تراست) نیرویی است، که جسم را در جهت مخالف به حرکت در می‌آورد، پیشرانش، رانش رو به جلو و پسرانش، رانش رو به عقب است. رانش هواپیما را در هوا به جلو می‌برد. رانش برای مقابله با نیروی اصطکاک در هواپیما یا نیروی وزن در راکت استفاده می‌شود. این نیرو در هواپیما توسط موتور هواپیما و در راکت توسط سیستم های سوختی ایجاد می‌شود.

Power point created by abbas bolurkan jahantigh navvab “abjnko8”

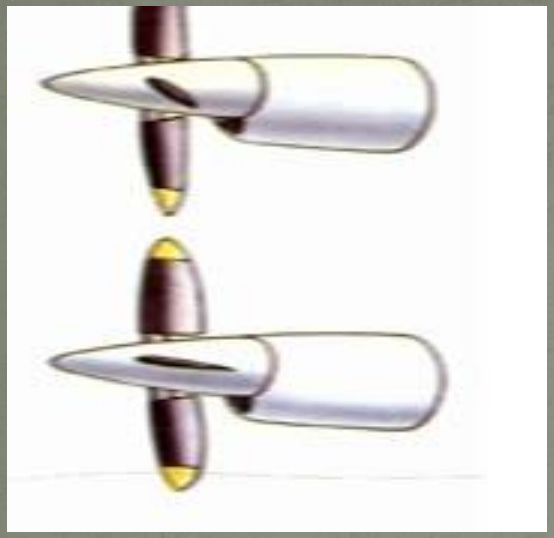
ملخ هواپیما

- پروانه یا ملخ هواپیما وسیله ای است که در جلوی هواپیماهای ملخی نصب می گردد.
- چرخش این پروانه باعث می شود تا هوا را از جلو مکش نموده و با فشار به سمت عقب پرتاب نماید و با این کار نیرویی به سمت جلو به هواپیما وارد می شود و به سمت جلو حرکت خواهد نمود. ا، نیروی "برا" ی تولید شده در این ایرفویل ها، به نیروی رانشی برای هواپیما تبدیل می گردد.

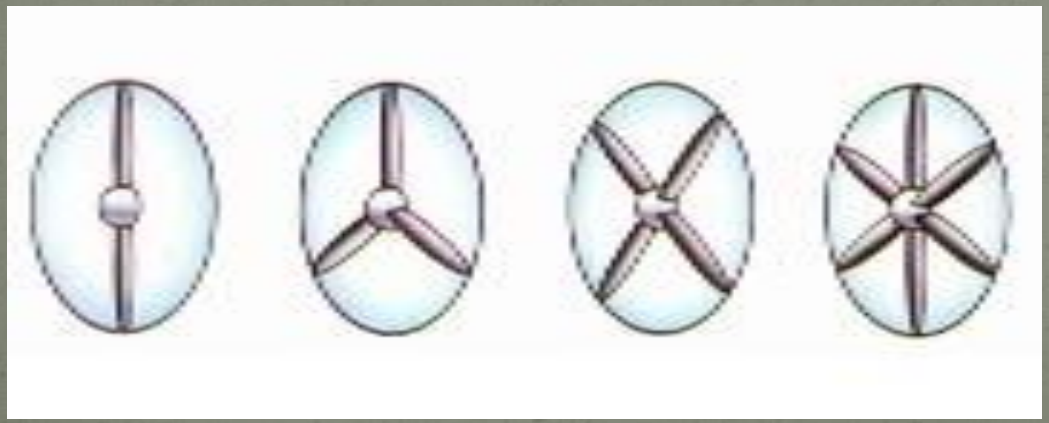
- ملخ هواپیما را در شکل زیر مشاهده می نمایید. نقاط نشان داده شده در این شکل عبارتند از:

- 1. لبه جلویی
- 2. لبه عقبی
- 3. محور ملخ
- 4. پایه پره ها
- 5. ایرفویل دوار: شکل ایرفویل مانند هر پره باعث ایجاد نیروی رانش در هواپیما می شود
- 6. چرخش محوری پره ها: زاویه پره برخی از ملخ ها قابلیت تغییر دارد. در این ملخ ها زاویه پره در هنگام بلند شدن و پرواز عادی تغییر می کند.

- شکل های زیر این تغییر زاویه را نشان می دهند. شکل اول زاویه پره در هنگام بلند شدن (Take off و شکل زیر زاویه پره را در
- حال پرواز نشان می دهد.)



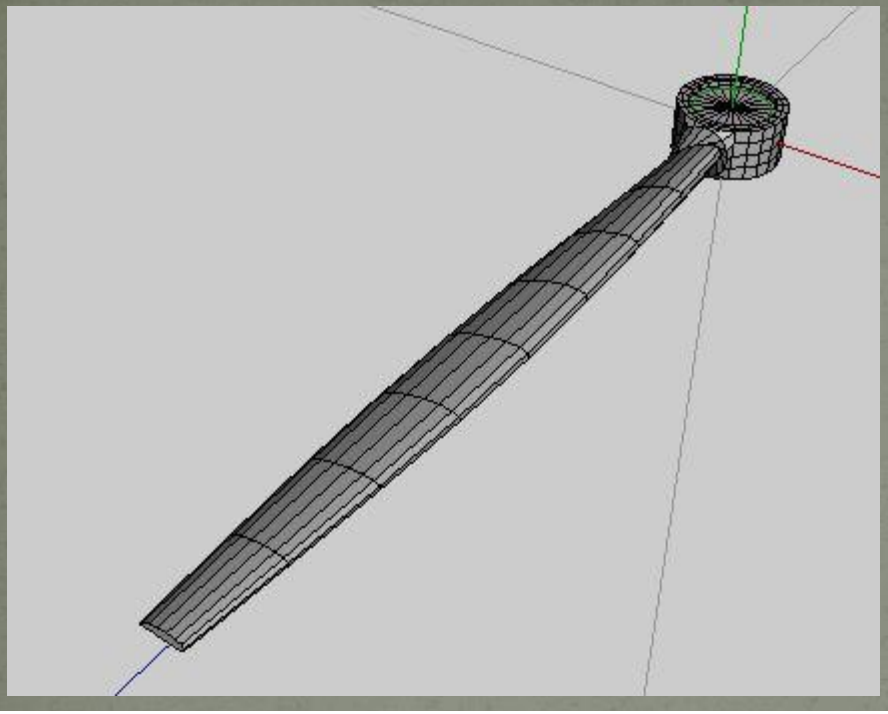
- ملخ ها انواع و سایز های مختلفی دارند. ساده ترین نوع ملخ دو عدد پره دارد. برخی از هواپیما های مدرن از 6 عدد ملخ نیز برای ایجاد نیروی رانش مناسب استفاده می کنند.

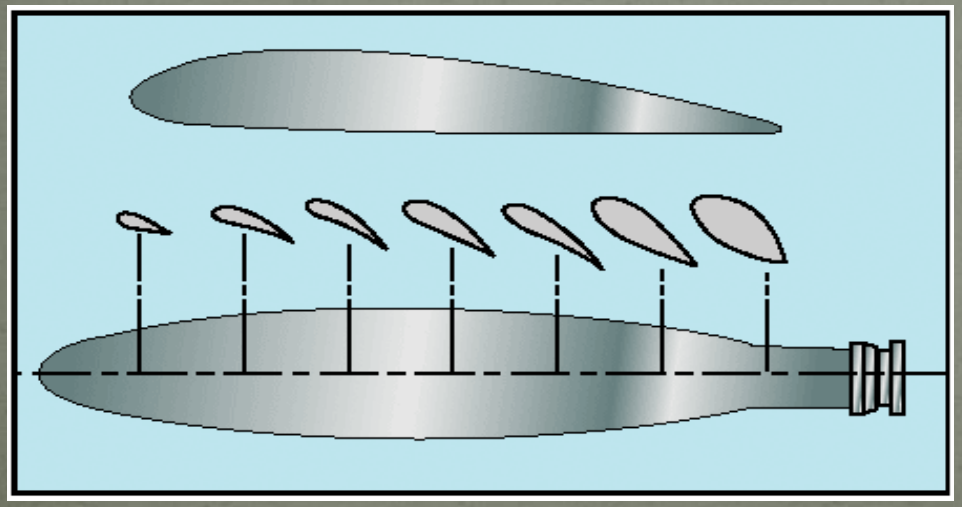


- ملخ ها می توانند در جاهای مختلفی در هوا پیما نصب شوند. رایج ترین نحوه نصب، نصب یک ملخ روی دماغه هواپیما یا نصب یک ملخ روی هر یک از بال ها می باشد. برخی هواپیماها نیز مانند سسنا مستر 336 ((Cessna master 336از ملخ های در جلو و عقب خود استفاده می کنند.

IRAVIATION.COM
Copyright© by reza akbari
iraviation.com

چرا ملخ هواپیما دارای پیچش است

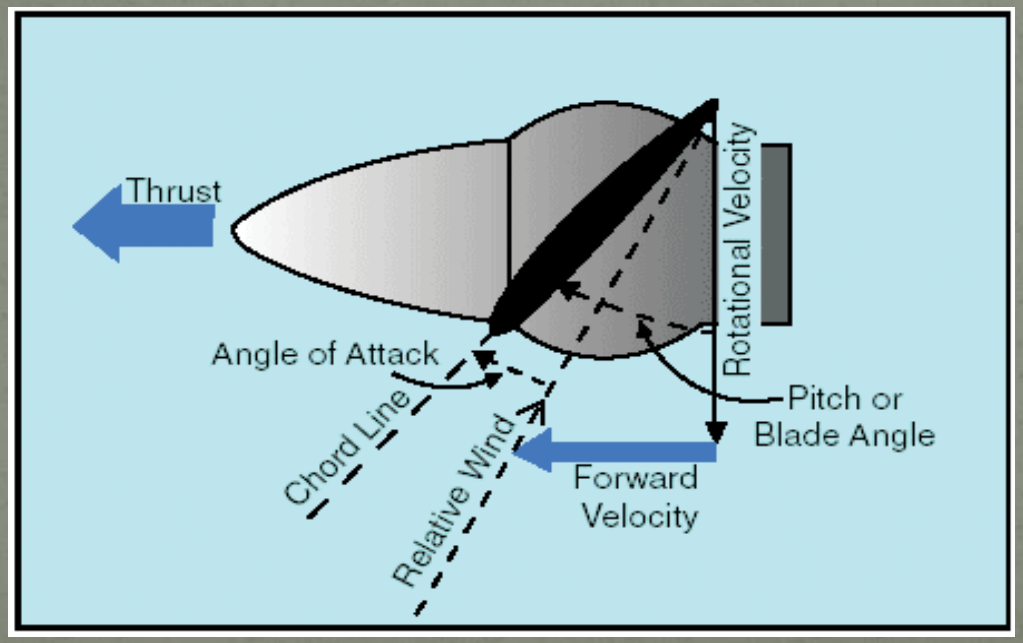




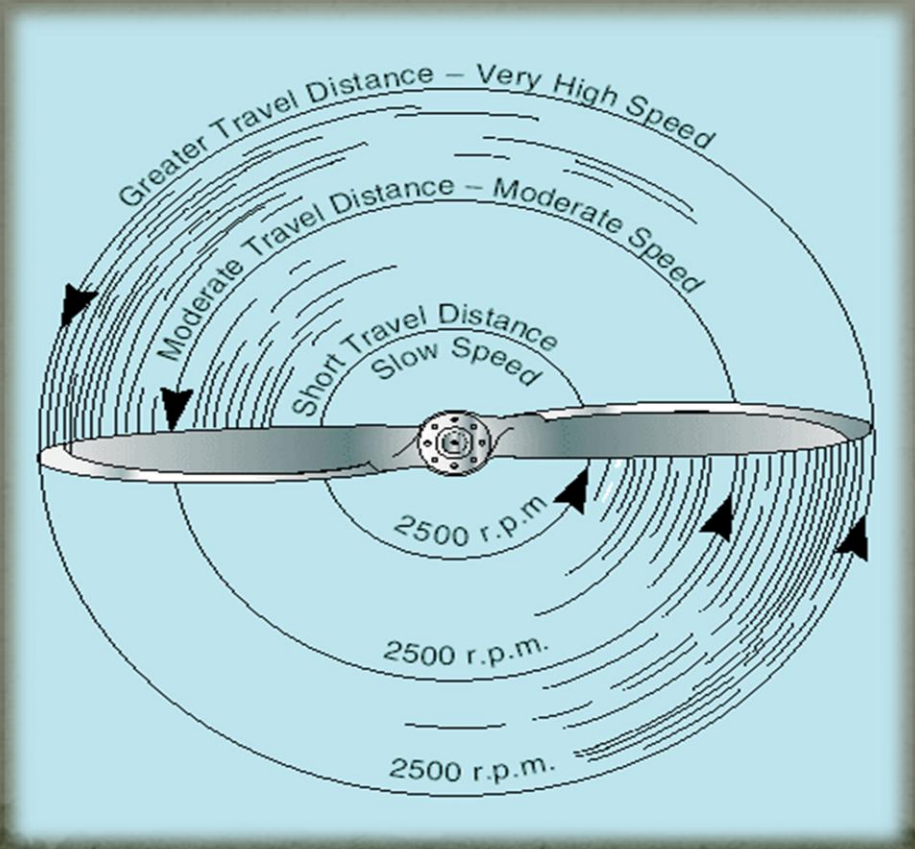
همانطور که در شکل مشخص است قسمت ریشه ی ملخ دارای زاویه ی بیشتر نسبت به نوک آن است که به آن پیچش گوییم

در شکل، مقاطع مختلف ملخ را مشاهده می کنید که حاکی از زاوایای مختلف و کوچک شدن مقاطع است که به آن مخروط شوندگی گوییم.-

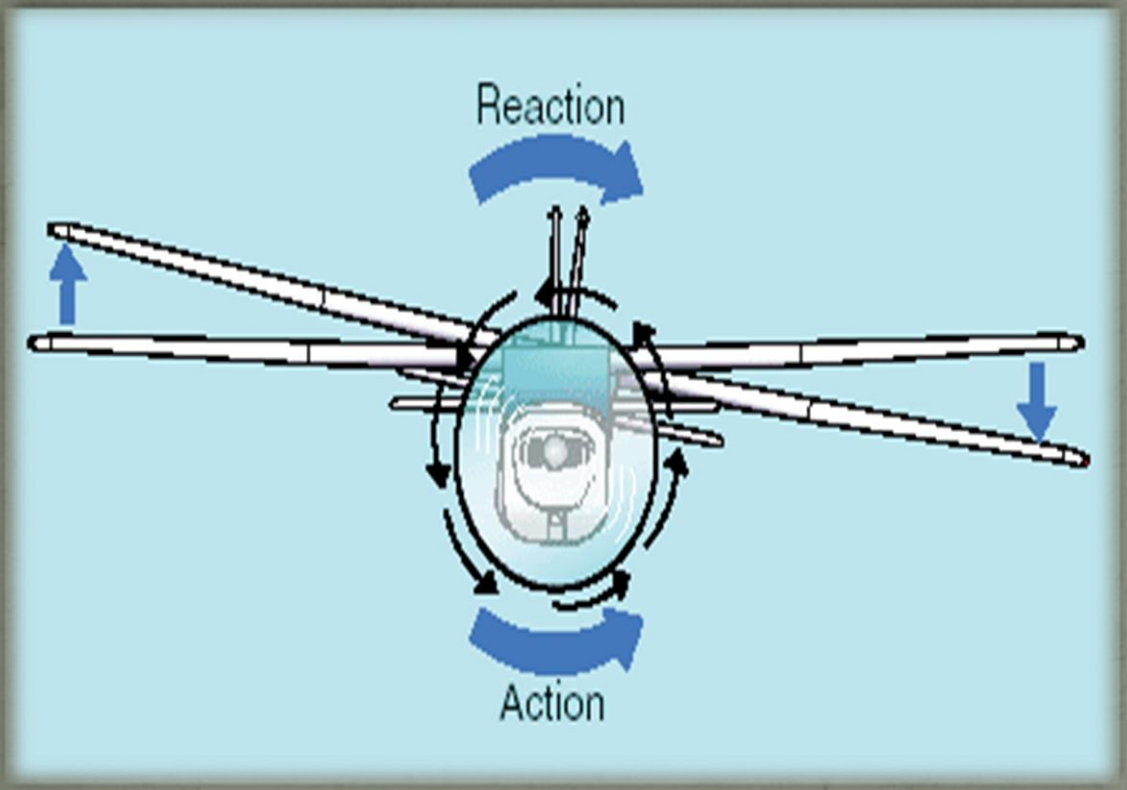
- حال به بررسی دلیل وجود پیچش می پردازیم:
- همانطور که مشاهده می شود هر قسمت از ملخ دارای بازویی نسبت به ریشه می باشد در اثر سرعت چرخشی ملخ با ضرب این مقدار در بازوی مربوطه می توان سرعت خطی هر قسمت را به دست آورد.
- به سادگی می توان گفت سرعت از نوک ملخ (با داشتن بیشترین بازو)تا ریشه (با کمترین بازو)کم میشود
- همچنین میدانیم ملخ به عنوان عضوی از هواپیما دارای سرعت هواپیما در راستای حرکت آن است
- این دو بردار سرعت با یکدیگر ترکیب شده و سرعت و راستای آن در هر قسمت از ملخ به دست می آید



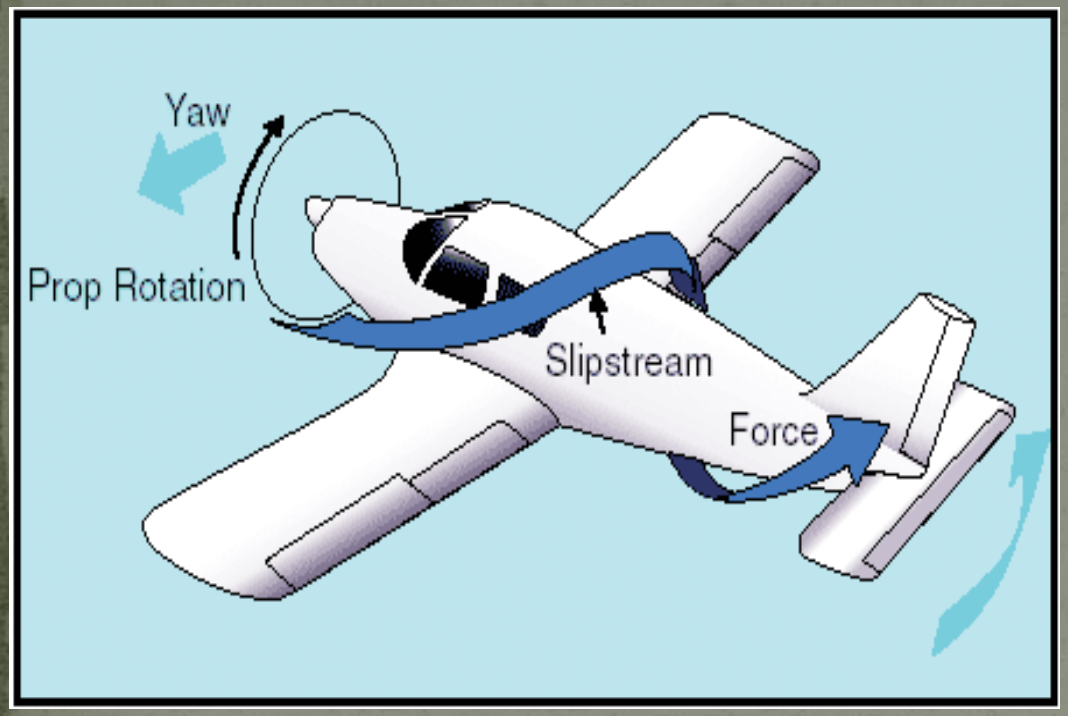
- به دلیل متفاوت بودن مقدار سرعت ناشی از چرخش ملخ در مقاطع مختلف برآیند آن با سرعت حرکت به جلو هواپیما جهت های مختلفی به وجود می آورد.
- به طور مثال در نوک ملخ زاویه برخورد هوا با ملخ بسیار کمتر از ریشه است
- از طرفی ملخ یک نوع ایرفویل است و مانند آن باید در زاویه ی مناسب قرار گرفته تا بازده حداکثر داشته باشد.
- پس در ساخت ملخ ریشه زاویه ی حمله ی بیشتری نسبت به نوک دارد که پیچش را توجیه می کند



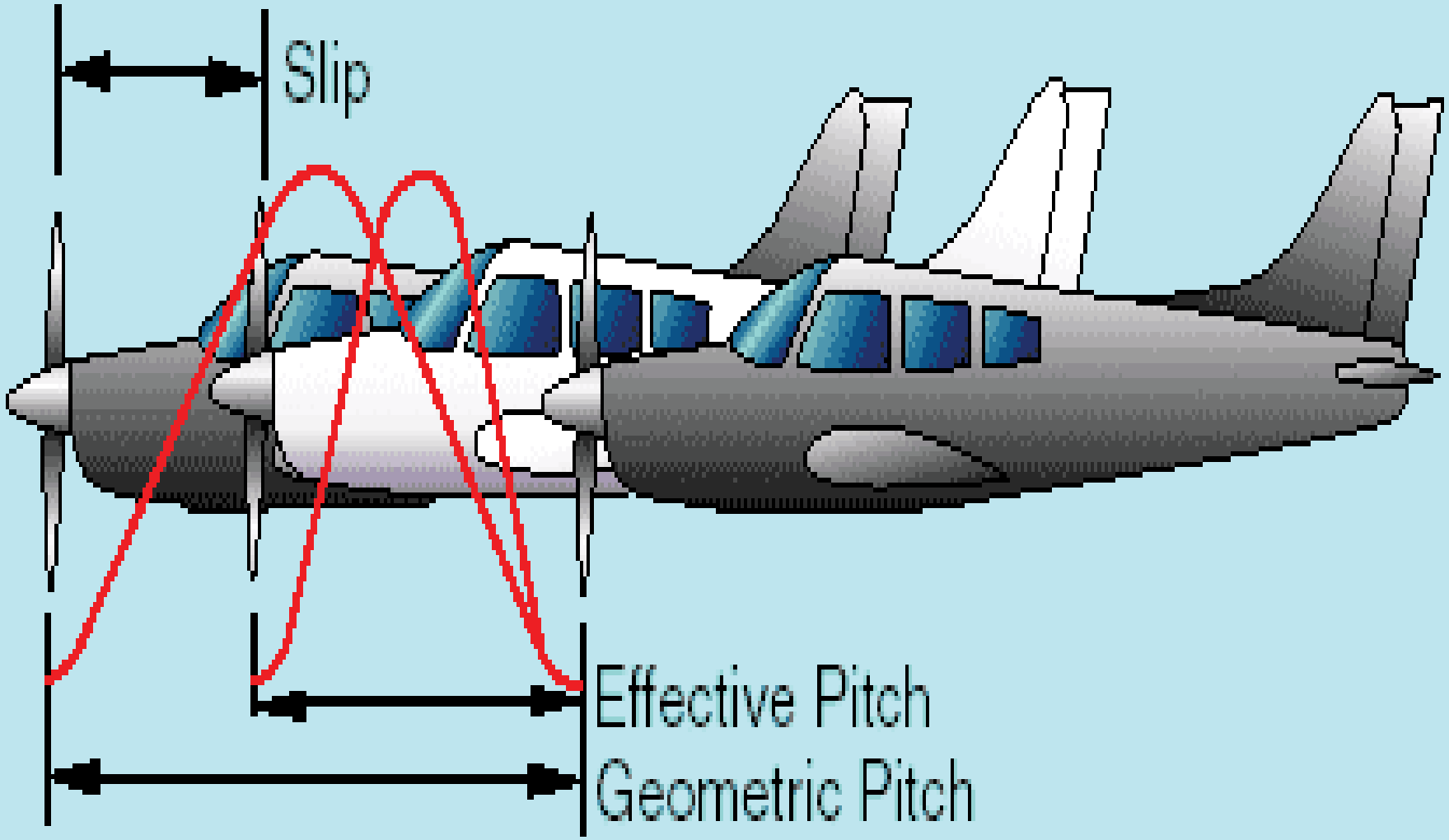
ترک موتور Torque reaction



Corkscrew



اثرپیچشی باد تولید شده توسط ملخ


Slip
Effective Pitch
Geometric Pitch

دسته بندی انواع موتور

بر اساس نوع احتراق

۱_احتراق داخلی (جت)

۲_احتراق خارجی (موتور بخار)

۳_احتراق پیوسته (رم جت، راکت)

۴_احتراق ناپیوسته (پالس جت، پیستونی)

created by "abjnk08"

انواع احتراق درون موتور

- 1: احتراق داخلی:موتور هایی که عمل احتراق و تولید توان در آنها تماما در داخل موتور انجام می شود موتور های احتراق داخلی یا درون سوز می باشند. موتور های پیستونی و جت از این نوع موتور می باشند.

- 2:احتراق خارجی:موتور هایی که عمل احتراق در آنها در خارج از موتور انجام شده و انرژی حاصل باعث به حرکت در اوردن پیستون با توربین در داخل موتور می شود. موتور های احتراق خارجی یا برون سوز می باشند. موتور های بخار نمونه ای از این نوع موتور ها می باشند.
- 3:احتراق پیوسته:به موتور هایی که عمل احتراق و تولید توان در آنها به صورت پیوسته انجام می شود موتور های احتراق پیوسته گویند.موتور های توربینی رمجت و راکت نمونه ای از این نوع موتور ها هستند.
- 4:احتراق نا پیوسته:به موتورهایی که عمل احتراق و تولید توان در آنها به صورت نا پیوسته و متناوب انجام می شود موتورهای احتراق متناوب یا نا پیوسته گویند.موتور های پیستونی و پالس جت نمونه ای از این نوع موتور ها هستند.

موتور از نظر استفاده از هوای مجو

تنفسی (پیستونی، توربینی، رمجت)

غیر تنفسی (موتورهای راکتی)

created by "abjnk08"

- 1:تنفسی:موتور های تنفسی یا هوازی موتور هایی هستند که از هوای موجود در جو برای کار کردن استفاده می کنند. موتور های پیستونی رمجت ها و پالس جت ها نمو نه ای از این نوع موتور ها می باشند.
- 2:غیرتنفسی:موتورهایی هستند که از هوای موجود در جو برای کار کردن استفاده نمی کنند. موتورهای راکتی از این نوع اند.

- پیشرانش

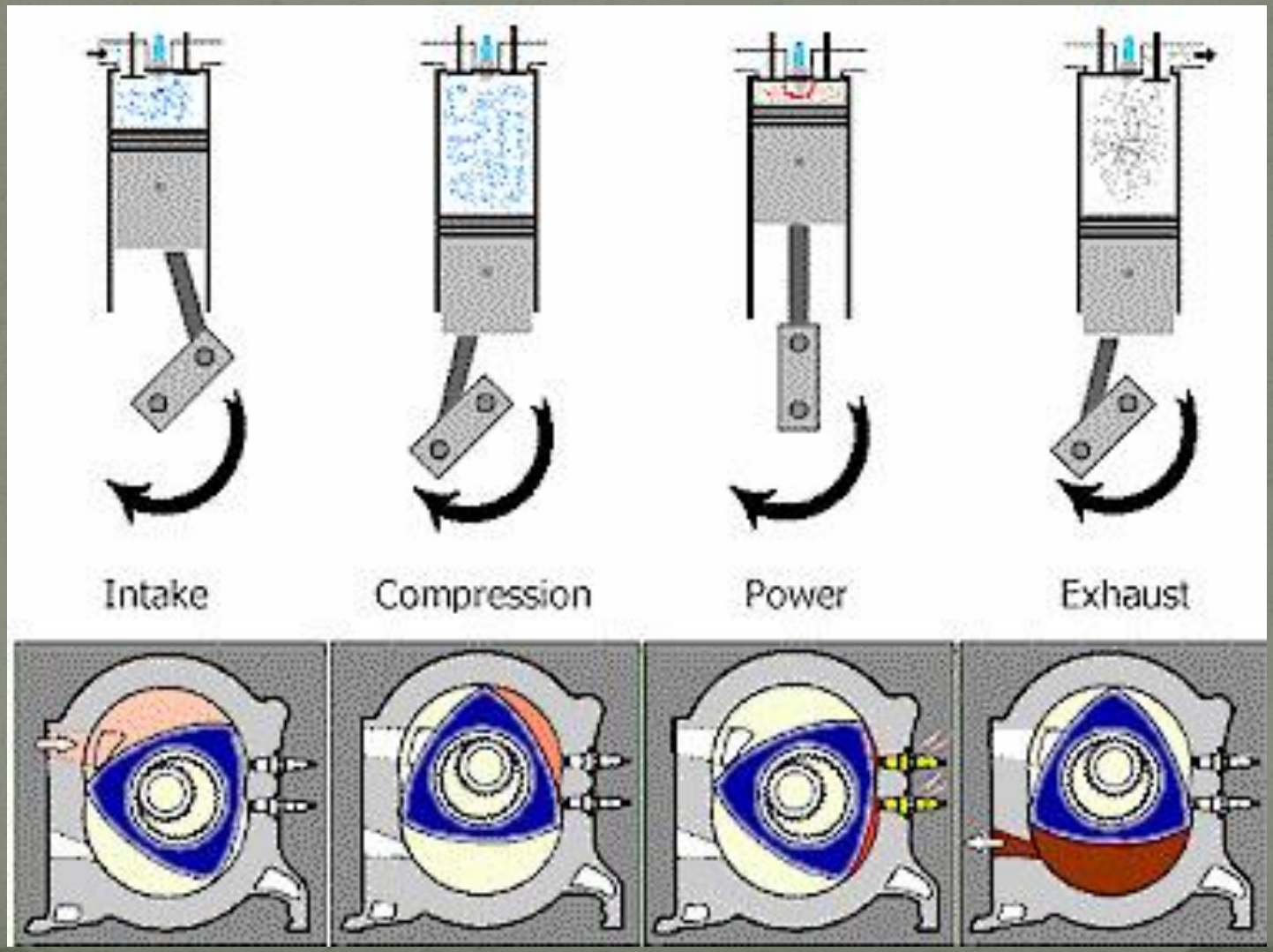
ویدیو شماره 1

انواع پیشران

- پیشرانه های پیستونی
- پیشرانه های جت
- پیشرانه های راکتی
- پیشرانه های الکتریکی(موتورپراشلس)

created by "abjnk08"

پیشرانه های پیستونی



انواع موتور جت

پیشرانه های جت

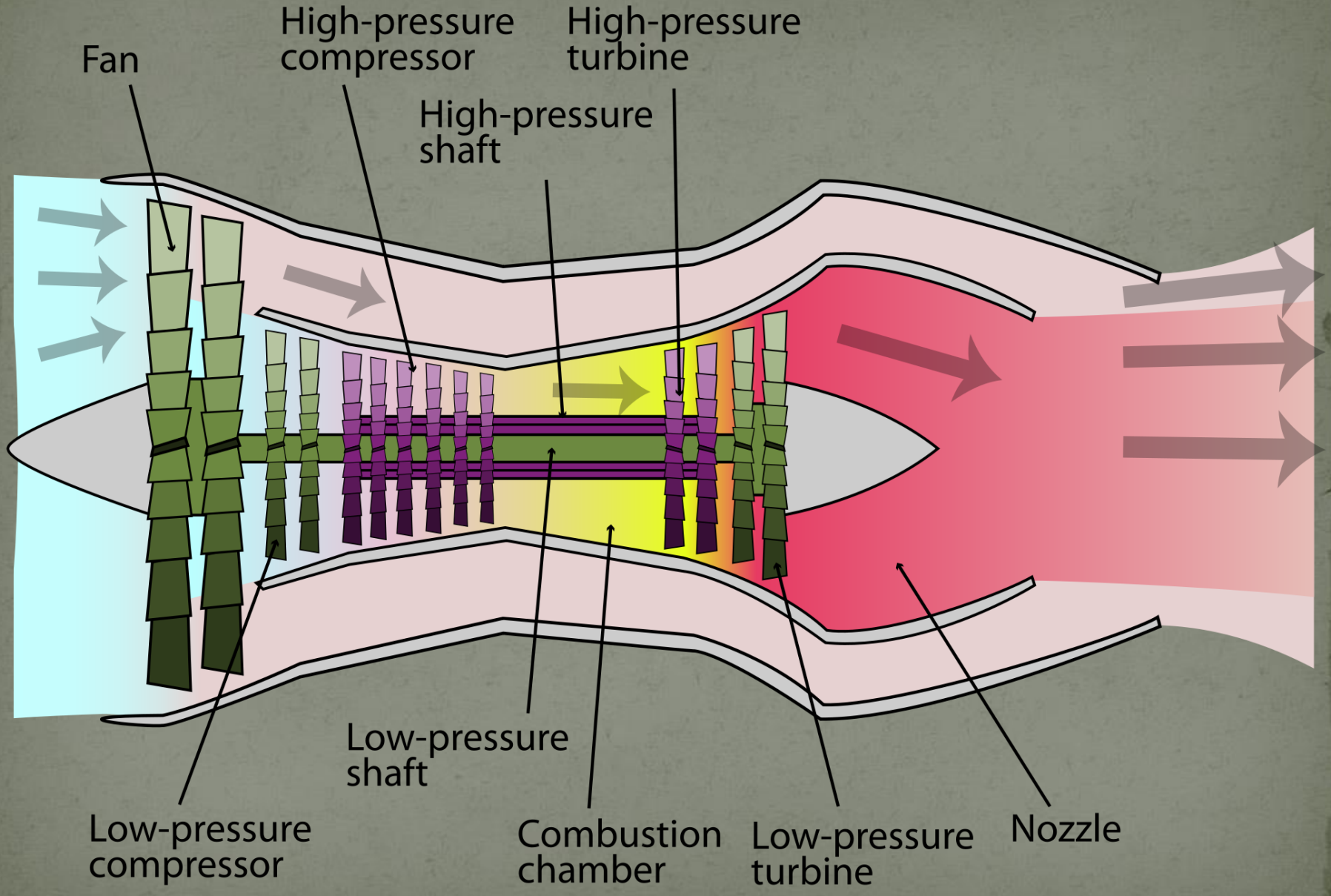
- توربوفن
- توربوجت
- توربوپراپ و توربوشفت
- رمجت
- اسکرم جت
- پالس جت

created by "abjnk08"

توربوفن

موتورهای توربوفن Turbo Fan

- موتورهای توربوفن در حقیقت چیزی میان موتورهای توربوجت و توربو پراپ هستند.
- بازده موتورهای توربوفن بسیار زیاد است، و به همین علت هم در بسیاری از هواپیماهای مسافربری و ترابری در سرعت های ساب سونیک Sub Sonicاز آن ها استفاده می شود.
- در موتورهای توربوفن، ابتدا هوا کمپرس شده سپس وارد اتاقک احتراق می شود و بعد از احتراق از طریق شیپوره یا نازل خروجی خارج شده و در طی این فرایند، نیروی تراست لازم را جهت رانش هواپیما به جلو تامین می نماید. البته در موتورهای توربوفن، مقادیر دیگری از هوا از طریق کنارگذر نیز عبور داده می شود که در نهایت به گازهای خروجی داغ پیوسته و نیروی تراست را افزایش می دهد. تفاوت موتورهای توربوفن با توربوپراپ در این است که موتورهای توربوپراپ، فن یا ملخ ایجاد کننده تراستشان در خارج از پوسته موتور قرار گرفته اما در موتورهای توربوفن، ملخ یا فن تولید کننده تراست کاملاً در درون پوسته موتور قرار گرفته است.


Fan
High-pressure compressor
High-pressure turbine
High-pressure shaft
Low-pressure shaft
Low-pressure compressor
Combustion chamber
Low-pressure turbine
Nozzle

- توربوفن یک کمپرسورفن بسیار بزرگ در جلوی موتور دارد که نسبت زیادی از هوا پس از عبور از فن از فاصلهٔ بین فن و پوسته عبور کرده در انتهای موتور با گازهای داغ خروجی موتور یکی می‌شوند و نیروی پیشرانه را افزایش می‌دهد. توربوفن‌ها کارایی بهتری نسبت به توربوجت های ساده دارند؛ زیرا به حجم زیادی از هوا که از فن عبور می‌کند شتاب داده می‌شود و با توجه به هوای کمی که از هستهٔ موتور عبور می‌کند، نیروی پیشرانهٔ زیادی تولید می‌کند.
- موتورهای توربوفن و توربوجت در اعداد ماخ کم، ضربهٔ ویژه بالایی دارند. این موتورها می‌توانند با تولید حرارت کم در مدت‌زمان طولانی با سوختی کم و نزدیک به سطح زمین به پرواز ادامه دهند. همین باعث می‌شود که امکان ردیابی آن‌ها توسط حسگرهای حرارتی و یا رادارهای زمین بسیار کم باشد. در بسیاری از هواپیماهای نظامی نوین مانند F 15 و F 16 و F 22 از موتورهای توربوفن استفاده شده‌است. لازم به ذکر است بهینهٔ سرعت این نوع موتورها تا سرعت 2ماخ است.
- Gif pic

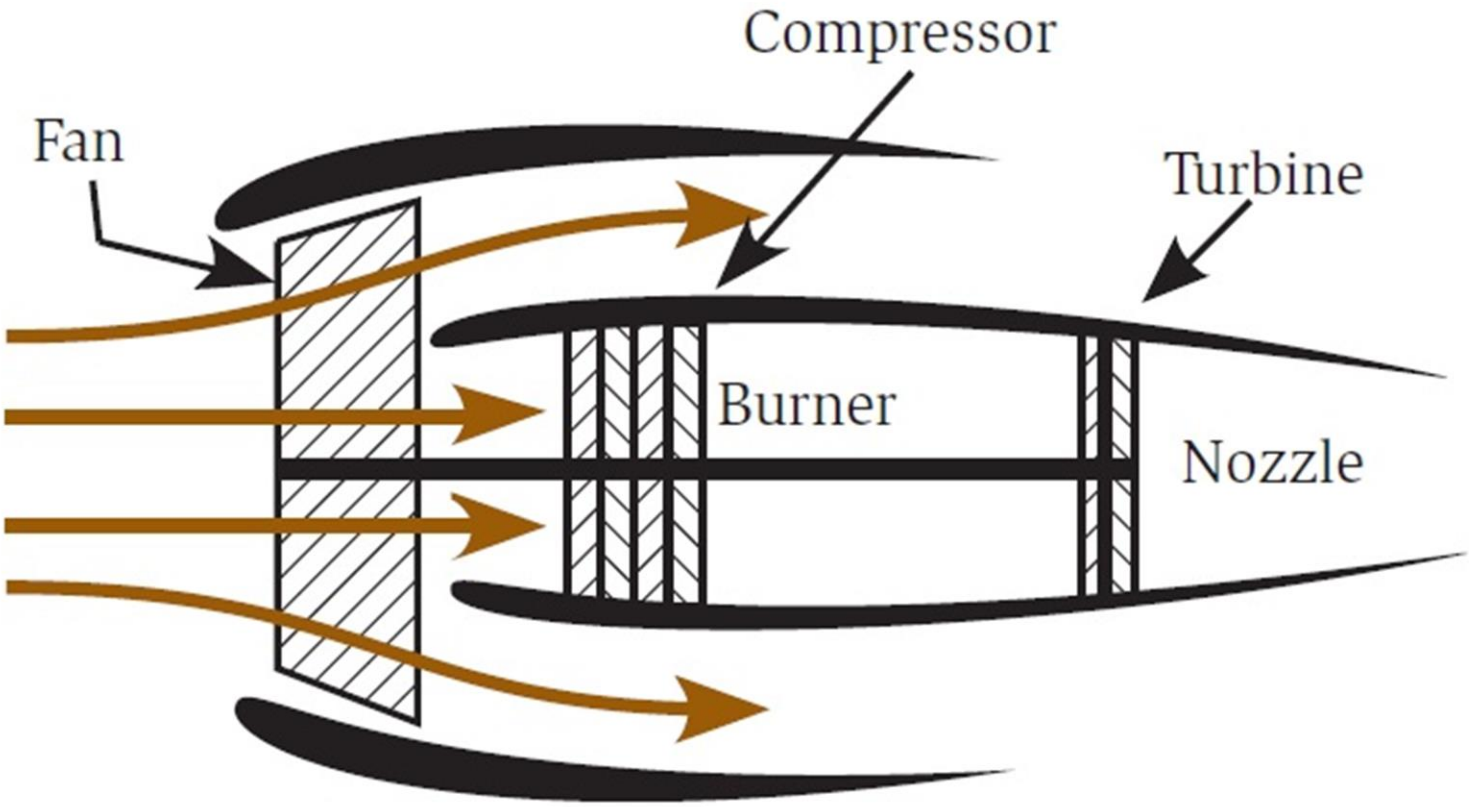
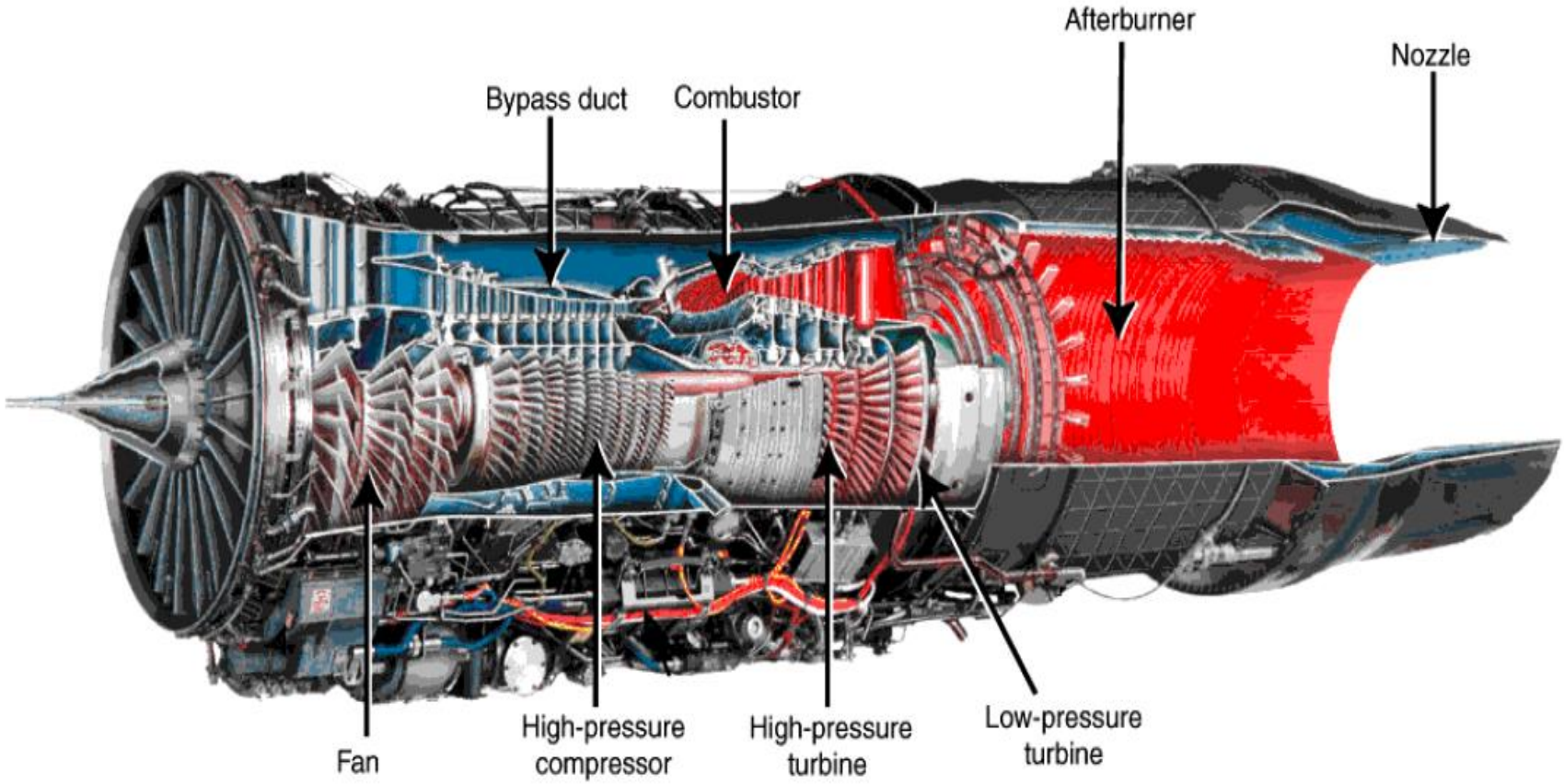


Fig. 5.19. In a turbofan, much of the air bypasses the core.

اجزای موتورهای جت توربینی

- **کمپرسور:-** کمپرسورهای محوری(اکسیال) 2- کمپرسورهای شعاعی یا گریز از مرکز(سنتریفیوگال).
- **سیستم احتراق:**سیستم احتراق، شامل سوخت پاش یا FUEL NOZZLE، جرقه زن یا IGNITERو اتاقک و لوله احتراق یا COMBUSTION CHAMBERمی باشد.
- **سیستم توربین:**در اینجا، ابتدا گازهای پرحرارت ناشی از احتراق به پره های توربین برخورد کرده و نیروی لازم جهت گرداندن کمپرسور و مکش هوا برای سیکل بعدی تولید می شود که این نیرو به وسیله میله (شفت)ی به کمپرسور انتقال داده شده و باعث حرکت آن می شود.استاتور توربین که به آن NOZZLE GUIDE VANEنیز میگویند و برای تنظیم جهت حرکت سیال (هوا) برای ادامه حرکت به کار می رود. توربین ها نیز به دو دسته محوری و شعاعی تقسیم می شوند که نوع محوری پر کاربرد است.
- **سیستم خروج گازهای داغ:** این سیستم، در حقیقت تولید تراست واقعی را برای رانش هواپیما به جلو می کند ایجاد میکند. در مدل های متحرک، زاویه پره های شیپوره انتهایی موتور برای میزان کردن فشار قابل تنظیم است. گفتنی است سیستم پس سوز یا After Burnerبعد از این بخش نصب می شود. به این قسمت، نازل Nozzleهم گفته می شود.
- ÷21

موتور توربوجت



SOURCE: Pratt & Whitney, A United Technologies Company. Reproduced with permission.

Figure 2.1—Pratt & Whitney F100-220 Afterburning Turbofan

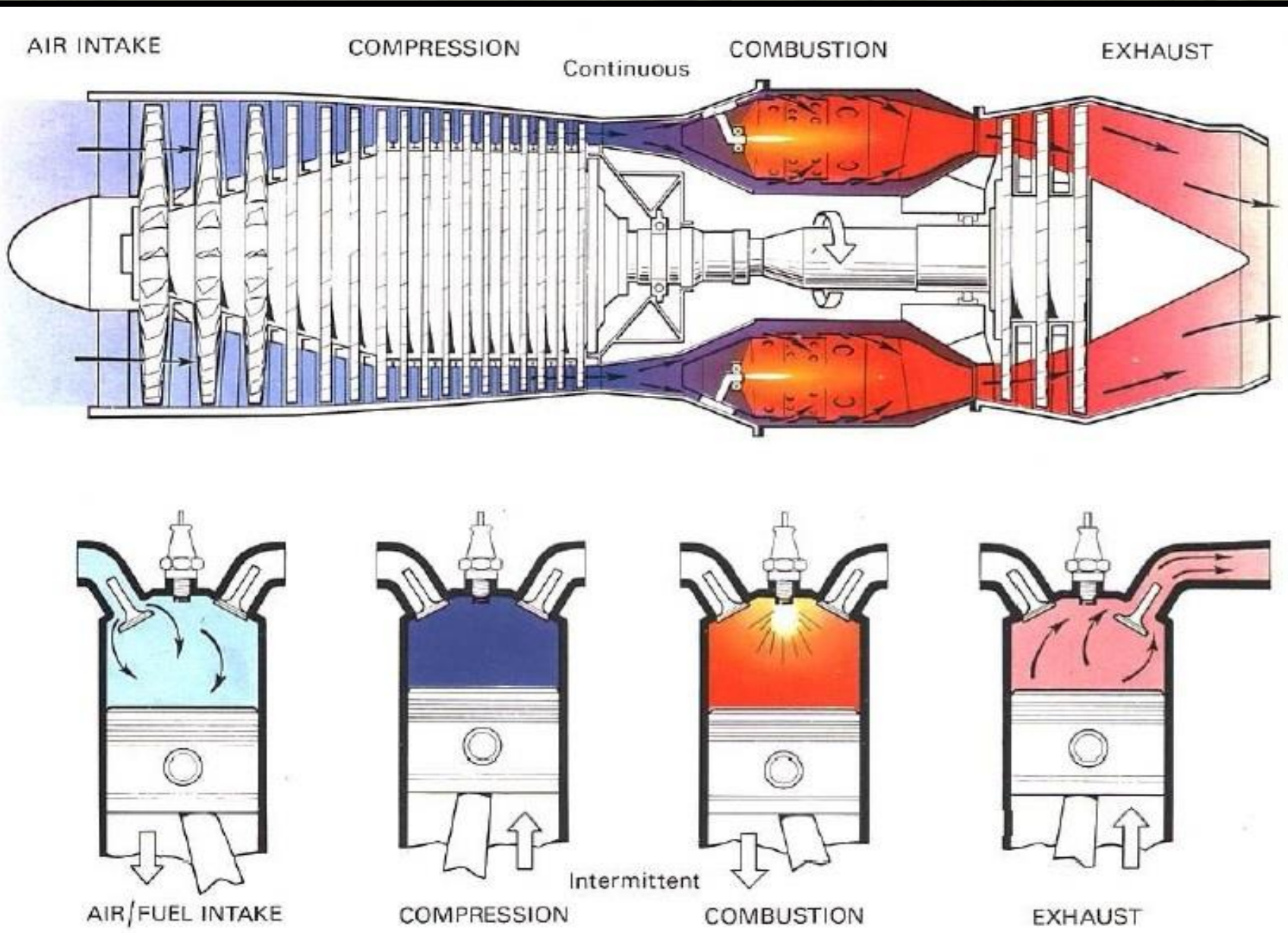
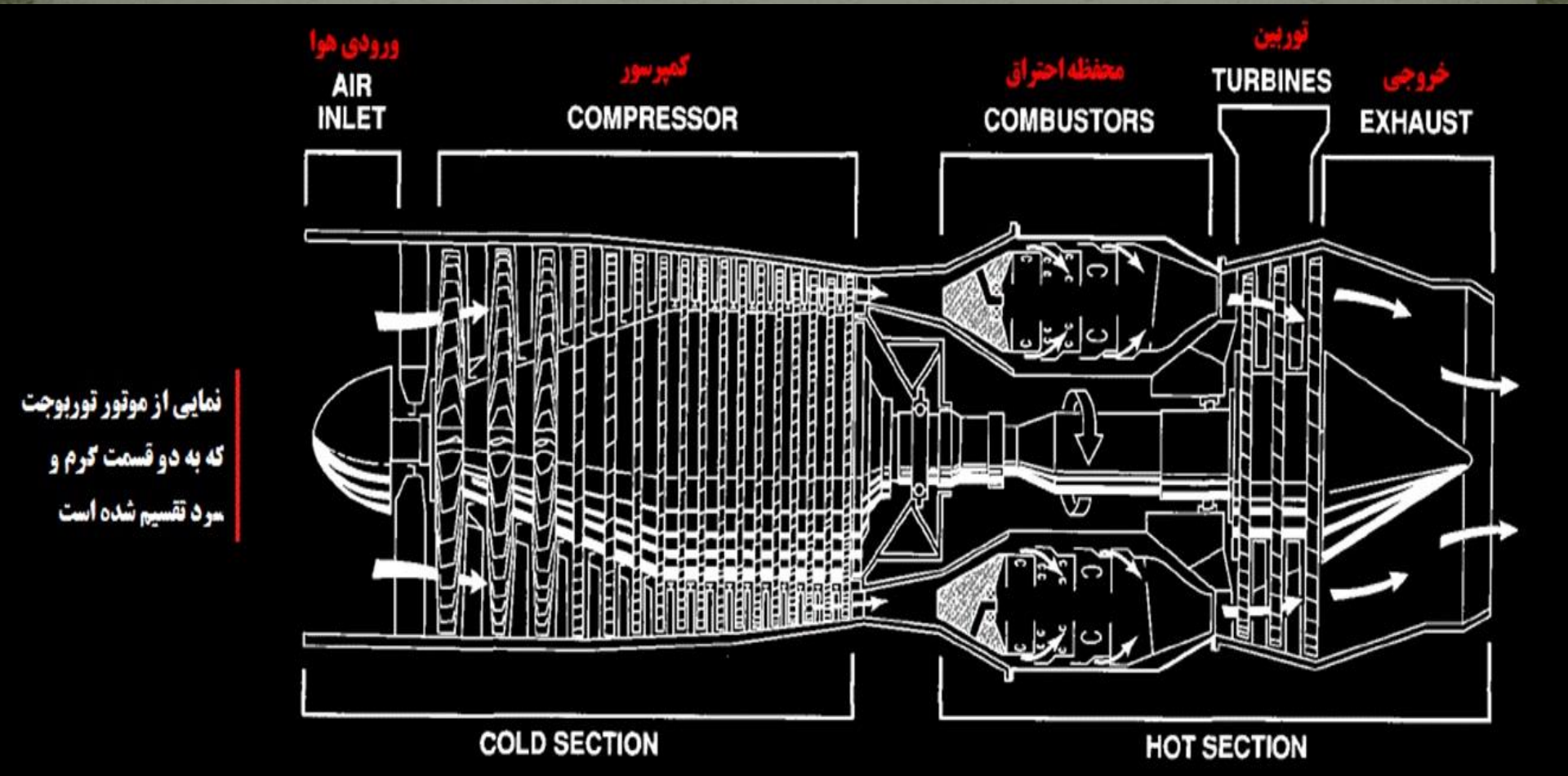


Fig. 2-1 A comparison between the working cycle of a turbo-jet engine and a piston engine.

ویژگی های موتورهای توربو جت

- موتورهای توربو جت، بیشتر بر نیروی تولیدی از گازهای خروجی اتکا دارند. در موتورهای توربوجت، ابتدا، هوا وارد کمپرسور شده و متراکم می گردد. اما چون این هوا با سرعت نسبتاً زیادی وارد موتور گردیده برای احتراق مناسب نمی‌باشد و بیشتر سوخت مصرف شده، بدون اشتعال هدر می رود. به همین دلیل هوا به قسمت دیفیوزر یا همان کاهنده سرعت فرستاده می شود تا از سرعت آن کاسته شود. در دیفیوزر، ابتدا از سرعت هوا کاسته و بر دما و فشار آن افزوده می شود. سپس این هوای آماده برای احتراق، به اتاقک احتراق فرستاده می شود. در اتاقک احتراق یا Combaustion Chamber، هوا ابتدا وارد لوله احتراق گشته، با سوخت مخلوط شده سپس محترق می گردد. قسمتی از نیروی حاصله از این احتراق صرف گرداندن توربین شده و مابقی برای تولید نیروی رانش به کار می رود. گاهی در هواپیماهای توربوجت، بعد از شیپوره خروجی یا نازل، قسمتی به نام پس سوز یا After Burnerقرار می دهند که بر نیروی تراست می افزاید.
- توربوجت از انواع موتورهای پیشران در صنعت هوایی است که از پنج قسمت اصلی تشکیل شده‌است:
- ۱- ورودی یا مدخل
- ۲- کمپرسور یا متراکم کننده
- ۳- محفظه احتراق
- ۴- توربین
- ۵- نازل یا خروجی

ورودی یا مدخل :ابن قسمت اولین بخش است که هوای ورودی به موتور از آن می‌گذرد. این بخش یک مجرای همگرا با واگرا است و وظیفه آن کاهش سرعت و یکنواخت کردن جریان هوای ورودی به موتور است. اگر سرعت هوای ورودی به کمپرسور زیاد باشد، سرعت هوا در نوک پره‌های آن به سرعت صوت می‌رسد و برای گردش کمپرسور نیروی زیادی صرف خواهد شد. اگر سرعت هوای ورودی زیر صوت بود، این مدخل واگرا خواهد بود. اگر سرعت بالای سرعت صوت بود (ما فوق صوت) باشد، این مجرا همگرا خواهد بود. زیرا رفتار جریان ما فوق صوت و زیر صوت بر عکس هم است. در یک جریان ما فوق صوت هوا در عبور از یک مجرای همگرا سرعتش کم می‌شود و در سرعت‌های زیر صوت بر عکس. بنابراین مدخل هواپیماهای زیر صوت واگرا است تا سرعت را کاهش دهد و کمکی نیز برای کمپرسور باشد

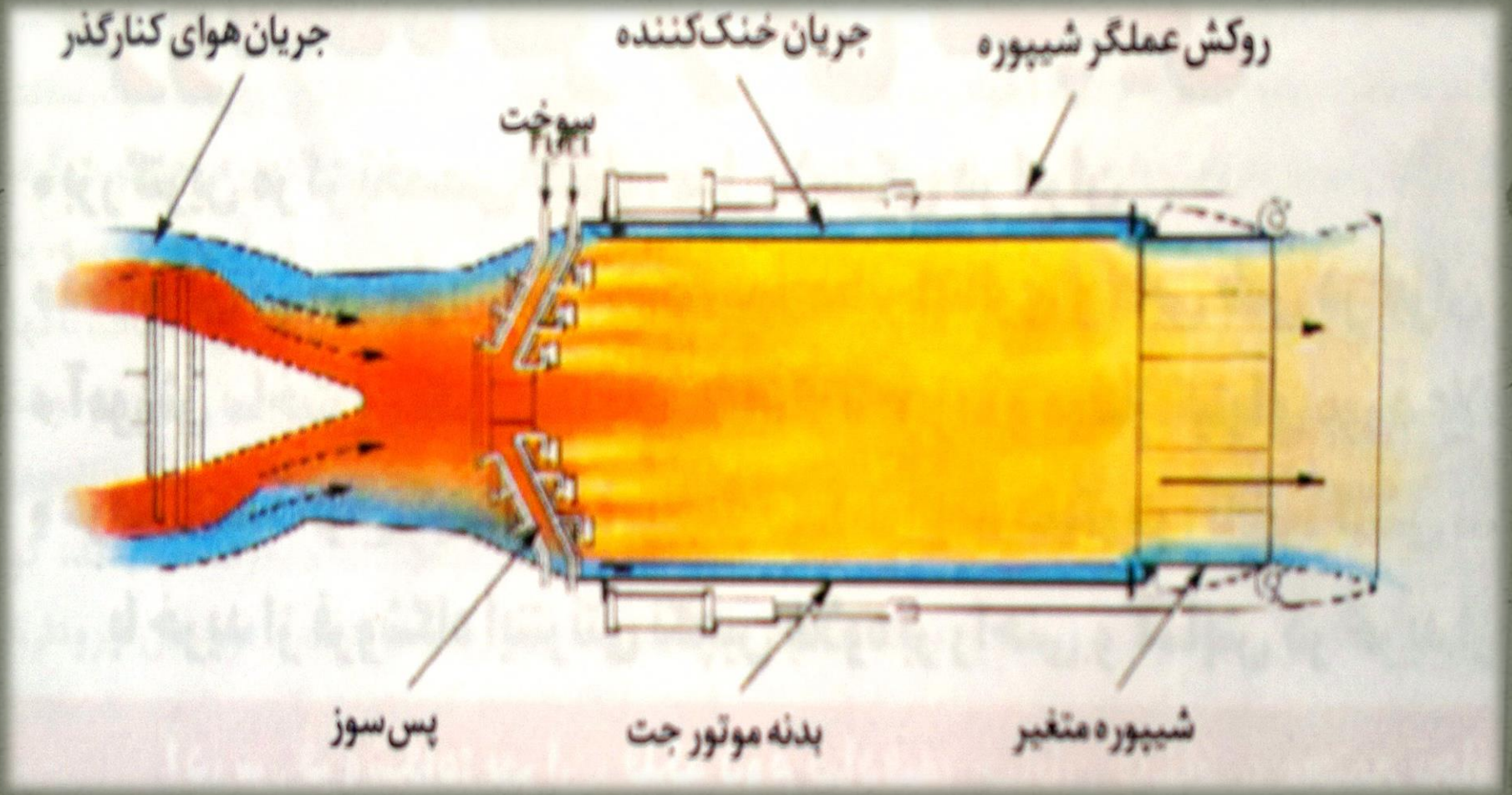


نمایی از موتور توربوجت که به دو قسمت گرم و سرد تقسیم شده است

پس سوز After Burner

- هنگامی که گازهای خروجی از موتور خارج می شوند، دارای حرارت بسیار بالایی میباشند که از طریق نازل های سوخت پاش به آن سوخت تزریق میشود که در قسمت پس سوز، با مشتعل ساختن دوباره گازهای خروجی به طور قابل توجهی بر نیروی تراست می افزایند.

نمایی از چگونگی نحوه کارکرد پس سوز

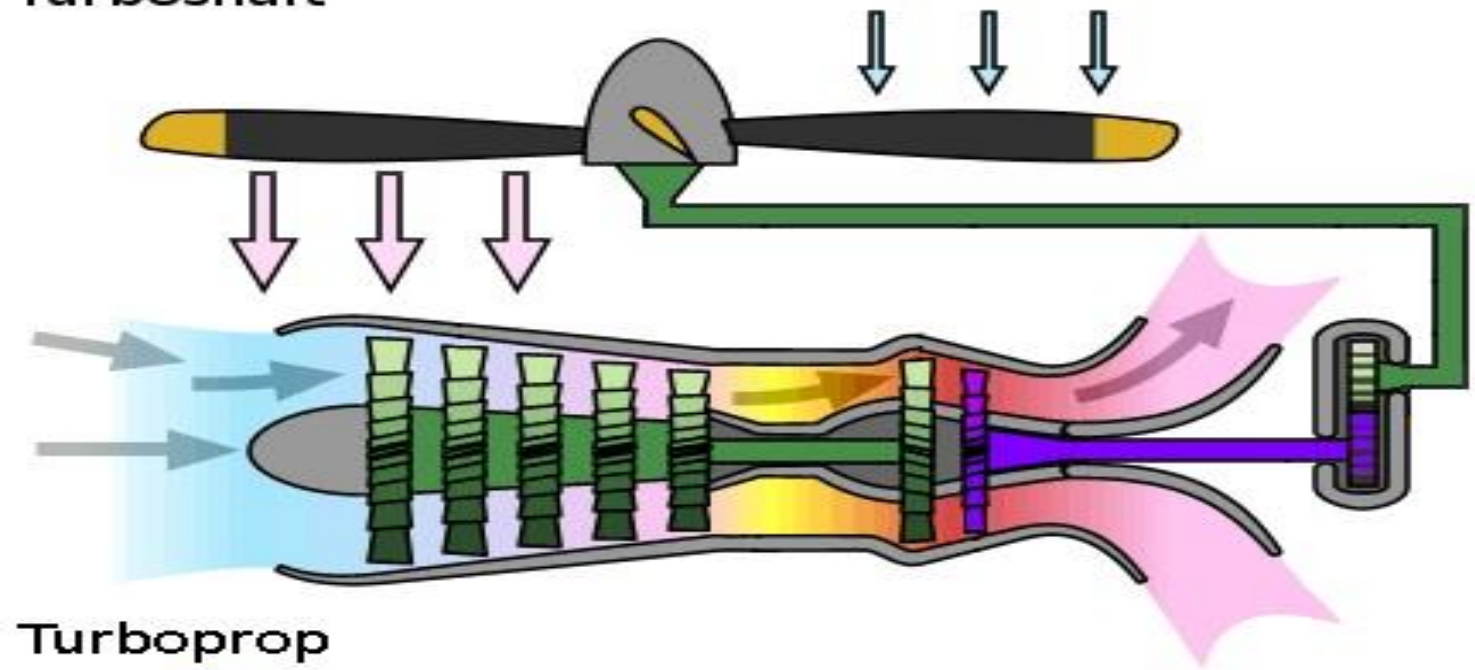


مقایسه موتور های توربوفن و توربوجت

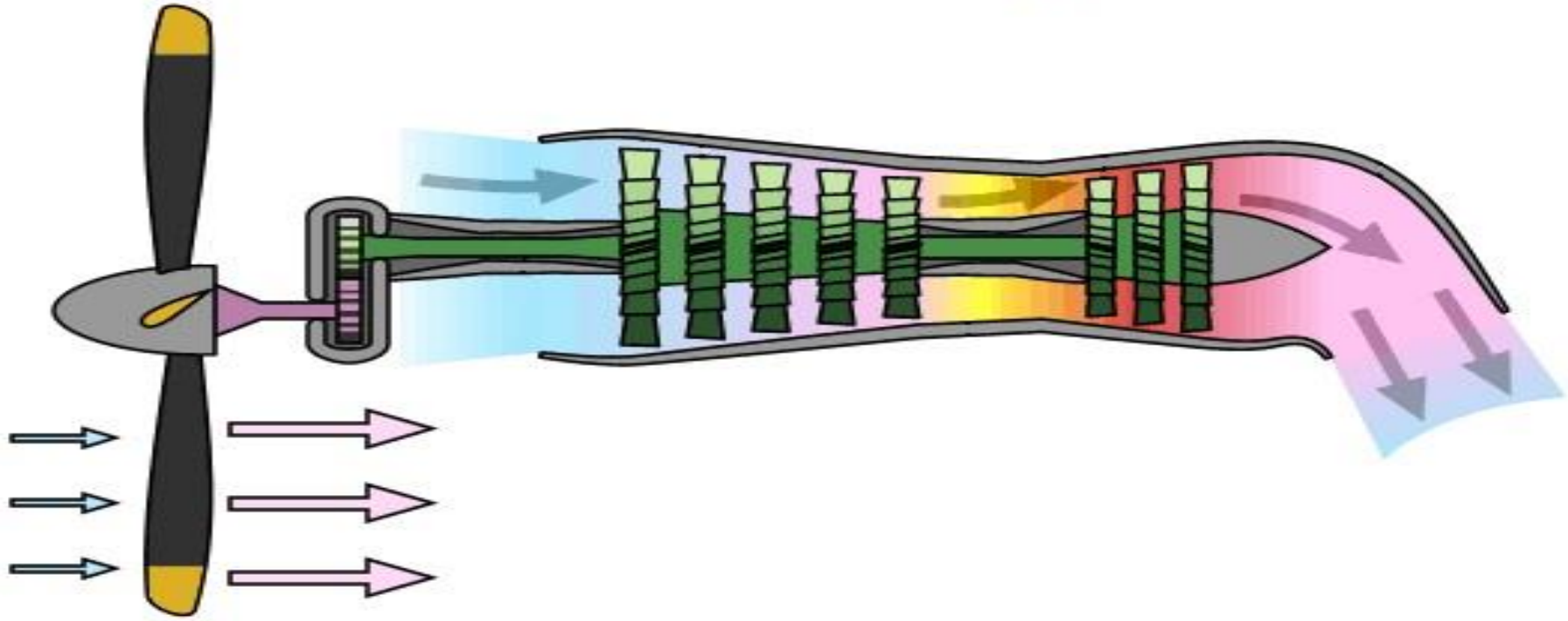
- ویدیوشماره 2

موتورهای توربوپراپ و توربوشفت

Turboshaft



Turboprop



موتورهای توربوپراپ Turbo Prop

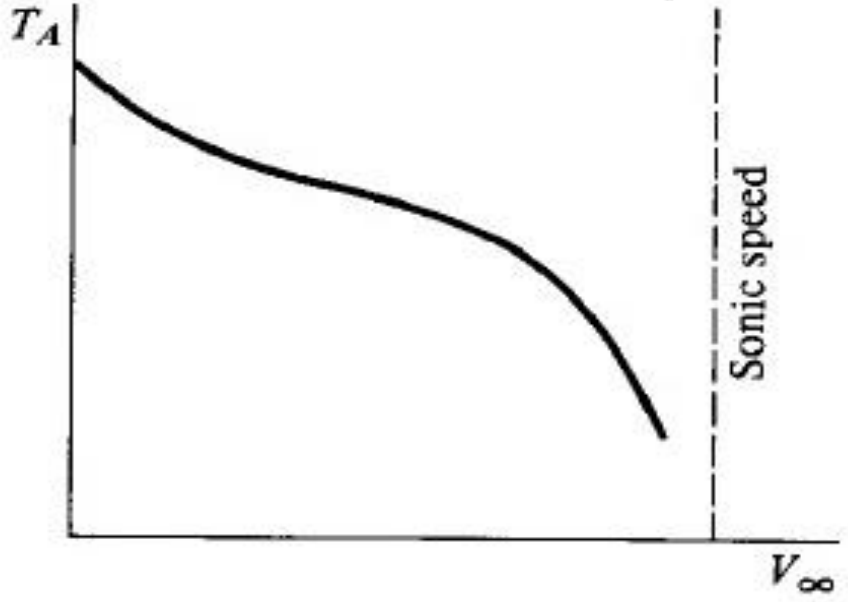
- موتورهای توربو پراپ، در حقیقت از نیروی ملخ برای تولید تراست استفاده می کنند و تنها وجه جت بودن آنها، تولید نیروی لازم برای این چرخش توسط موتور جت است. طرز کار موتورهای توربوپراپ عیناً مانند موتورهای جت توربینی دیگر است و تنها وجه تمایز آنها این است که نیروی تولید توسط توربین بیشتر صرف چرخاندن ملخ می شود تا کمپرسور، به همین دلیل برای تولید نیروی بیشتر، تغییراتی هم در توربین موتورهای توربوپراپ داده می شود.در این موتورها حدود 90 درصد از تراست توسط ملخ فراهم میشود.

- موتورهای توربوپراپ در سرعت‌های متوسط (در حدود ۷۳۰ کیلومتر/ساعت) کارایی دارند و در سرعت‌های بیشتر کارایی خود را از دست می‌دهند. این موتورها بیشتر در هواپیماهای مسافری کوچک و هواپیماهای ترابری نظامی به‌کار می‌روند.

موتورهای توربوشفت Turbo shaft

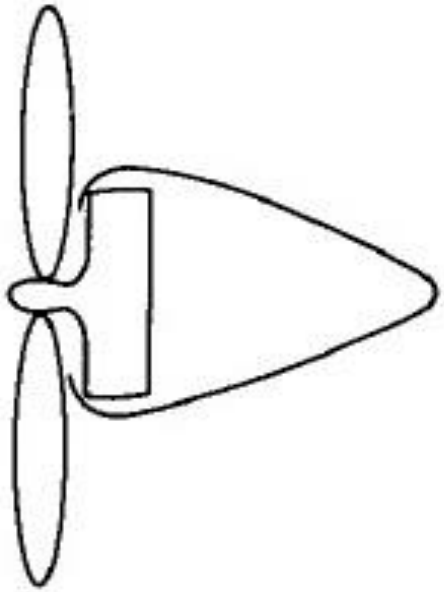
- این نوع از موتور توربینی در هم صنعت هوایی هم در زمینه نیروگاهی و تولید انرژی کاربرد دارند. کاربرد هوایی این موتورها استفاده در هلیکوپتر هاست .اجزای این موتور ها با سایر موتورهای توربینی تفاوتی ندارد اما در مکانیسم آنها تراست ایجاد نمی‌گردد بلکه توربو شفت ها برای ما ایجاد گشتاور و Torque مینمایند که منجر به چرخاندن ملخ هلیکوپتر میگردد.

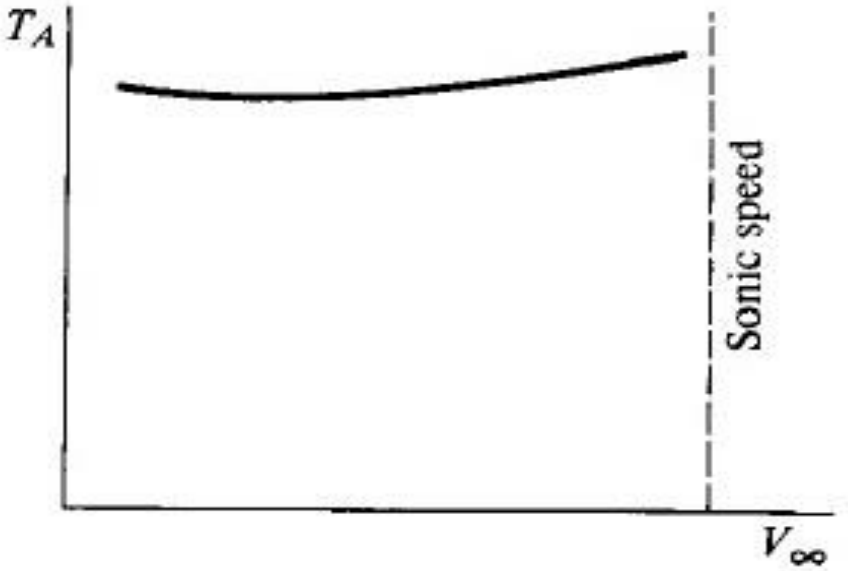
مقایسه موتورهای توربوفن و موتورهای ملخ دار



(a)

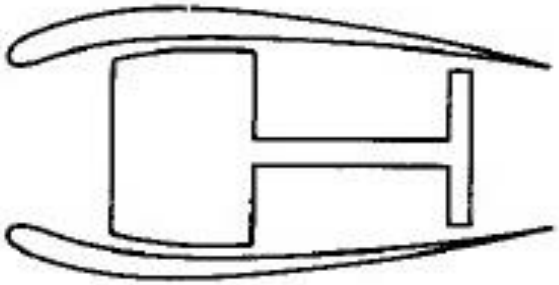
Reciprocating engine-propeller combination



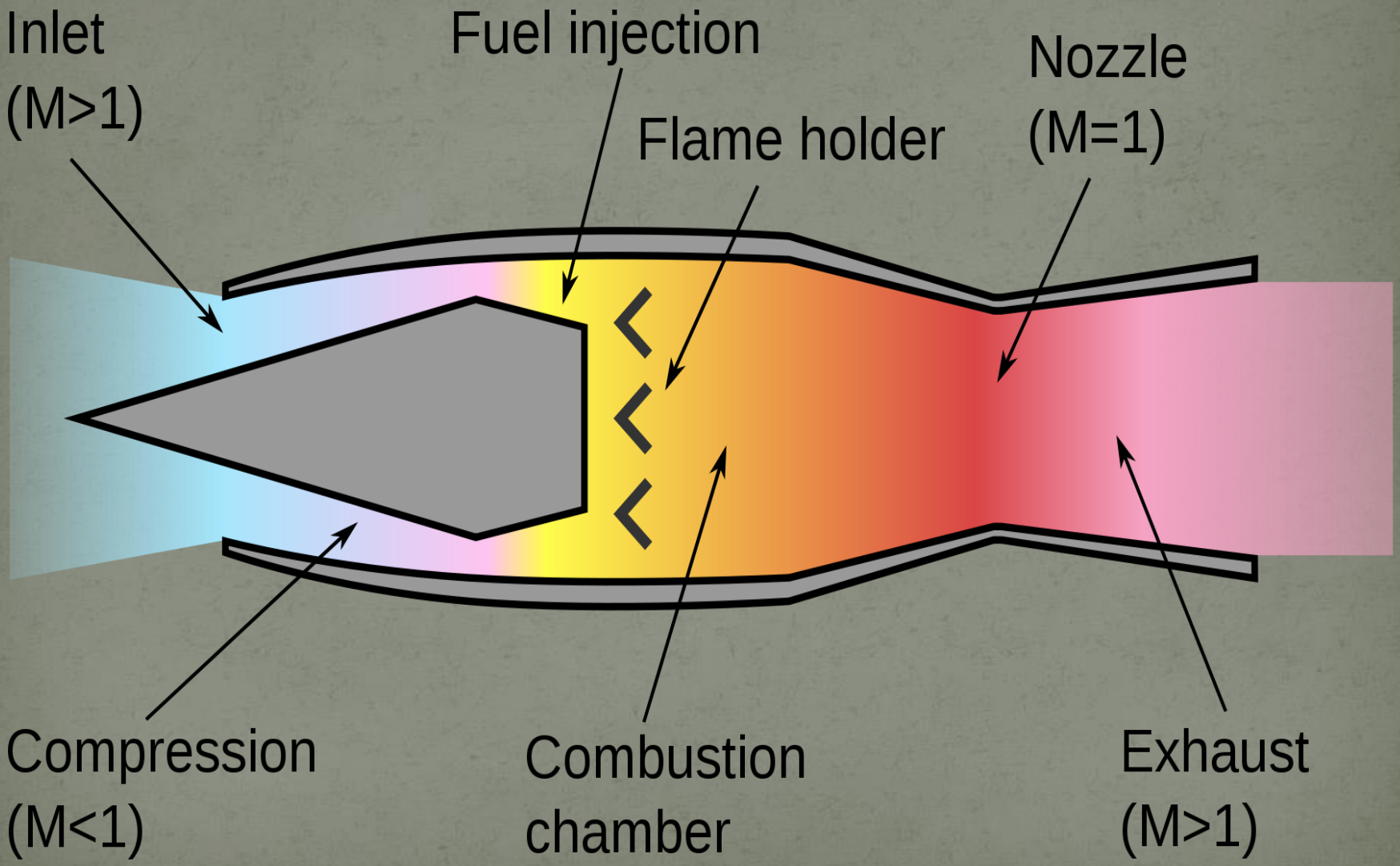


(b)

Turbojet engine



موتورهای رمجت



ویژگی های موتور رمجت

- موتورهای رم جت، هیچ قطعه ی متحرکی ندارند و در نگاه اول، مانند یک لوله توخالی به نظر می رسند که بیشتر در سرعت های مافوق صوت به کار می روند. موتورهای رم جت نیز مانند پالس جت، دارای توربین، کمپرسور یا ... نمی‌باشند استفاده از آنها به عنوان موتور دوم معمول است که بیشتر در موشکها به کار می روند. در این گونه موتورها، برای روشن شدن موتور ابتدا باید سرعت هوا به مقدار لازم برسد در صورت رخداد چنین حالتی، موتور جت به طور خودکار خود را روشن می کند. در موتور رم جت، هوا با سرعت زیاد وارد موتور شده و به علت سرعت بیش از حد، در قسمت دیفیوزر به خوبی کمپرس و متراکم شده و دما و فشار آن بسیار بالا می رود. در این حالت مخلوط هوا و سوخت محترق گشته و با خروج از موتور، نیروی تراست بسیار زیادی را آزاد می کنند. این موتورها قدرت بسیار زیادی را دارا می باشند اما برای شروع پرواز و برخاست مناسب نمی‌باشند.
- به این دلیل که این نوع موتور ها در ابتدا سرعت زیادی ایجاد میکنند در نسل جدید موشک های هوا به هوای شرکت MBDAیعنی موشک مترو (Metro)بجای استفاده از موتور های موشکی از این موتور های جت استفاده میکنند که هم سرعت بالایی دارند و هم قدرت مانور فوق العاده ای به موشک میدهند.

TurboRam jet موتور های توربو رمبو جت

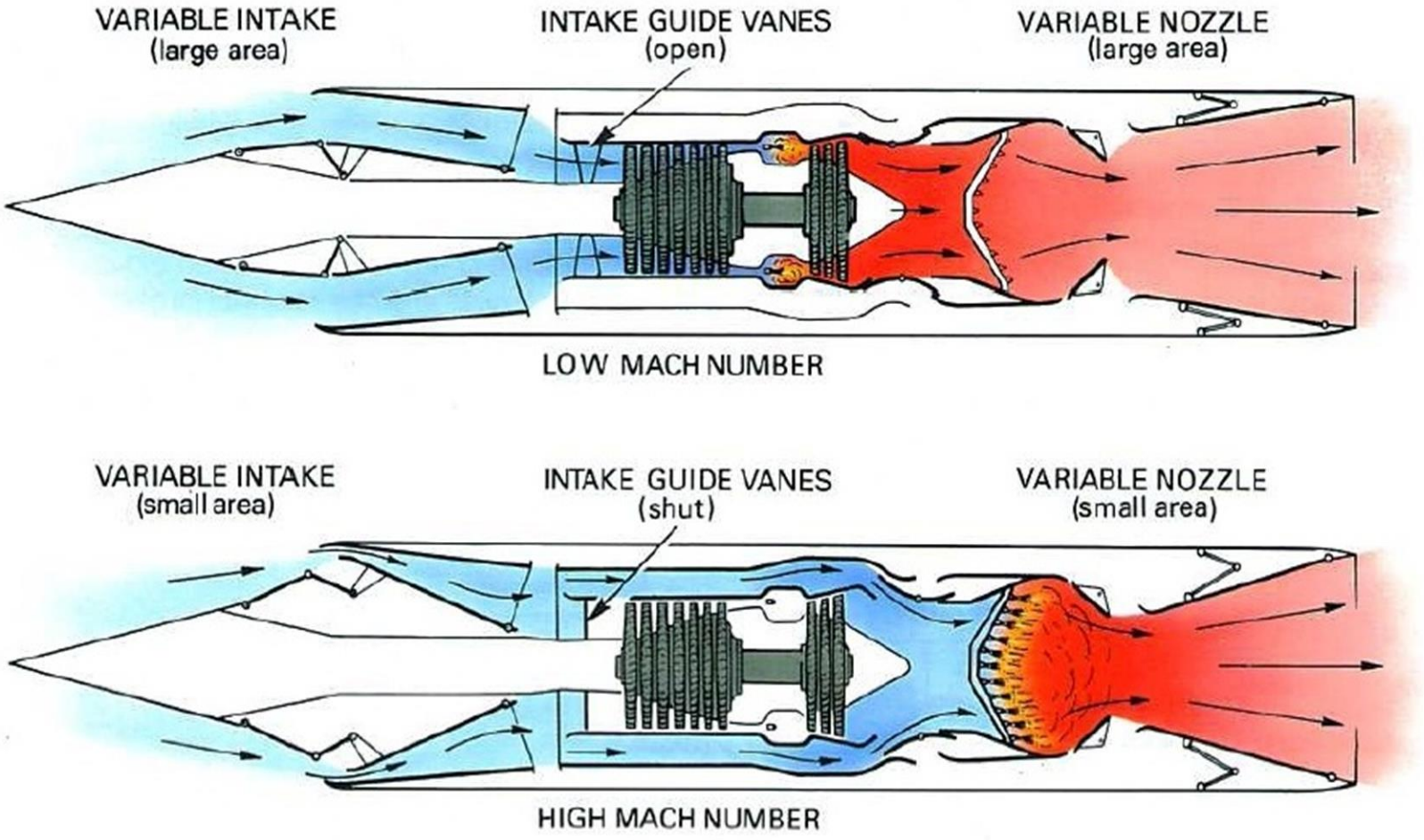


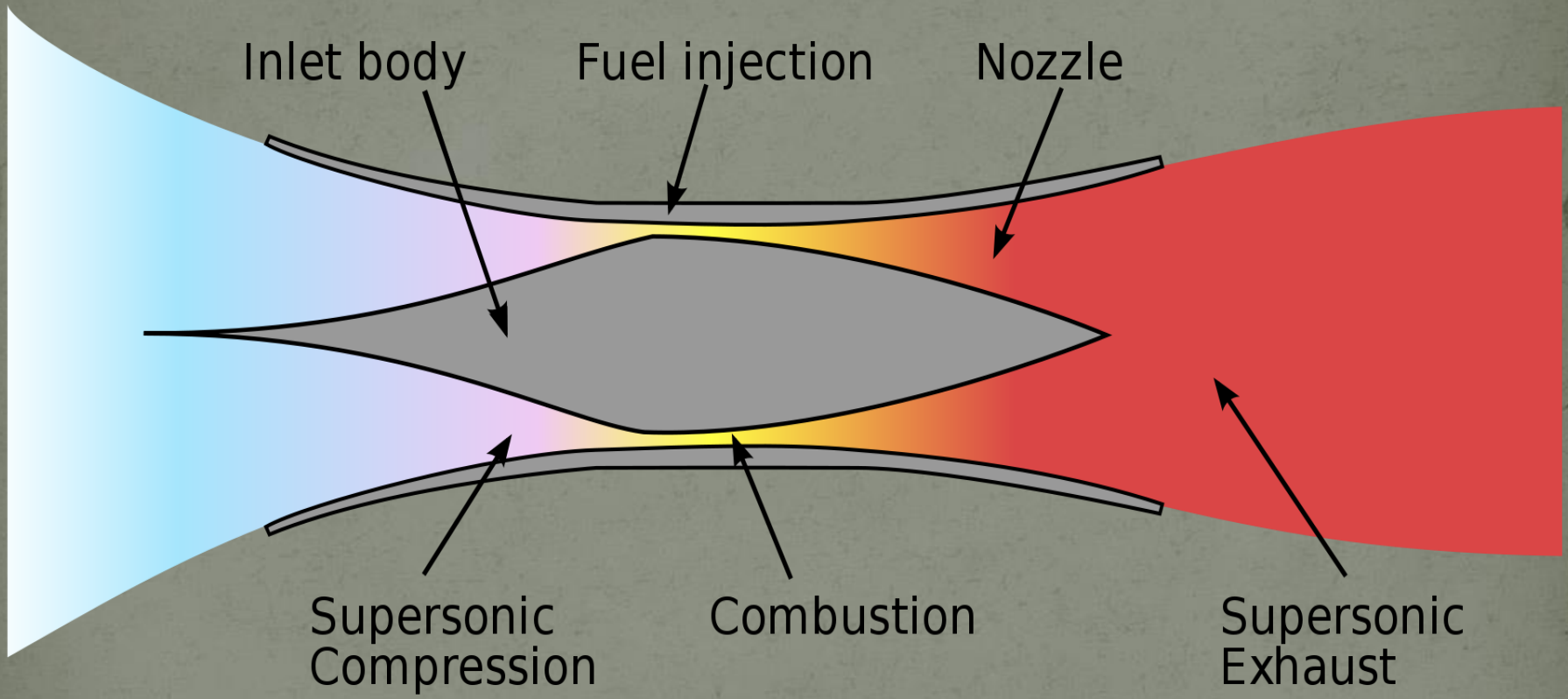
Fig. 1-11 A turbo/ram jet engine.

ویژگی های موتور توربو رمجت

- این موتور، از دو جزء ساخته میشود:1-موتور رم جت 2- توربو فن در این نوع موتورها ابتدا برای شروع پرواز خلبان موتور توربوفن را روشن میکند تا انرژی لازم برای برخاست بوجود آید. سپس بعد از این که موتور و هواپیما به سرعتت 1 ماخ یا نزدیک به آن رسید خود به خود موتور توربوفن خاموش شده و دریچه ی آن بسته می‌شود. سپس باد موجود وارد همان موتور گشته ولی بجای ورود به داخل تتوربو فن، از کنار آن عبور و به داخل موتور رم جت میرود و همام حال است که با فشار موجود در هوا، موتور روشن شده و در عرض 15 ثانیه هواپیما از یک ماخ به 3.5 ماخ می‌رسد. گفتنی است که این موتور فقط در 2 هواپیما ساخته شده است. 1- SR-71و RQ-170-2

WALLPAPERSWIDE.COM

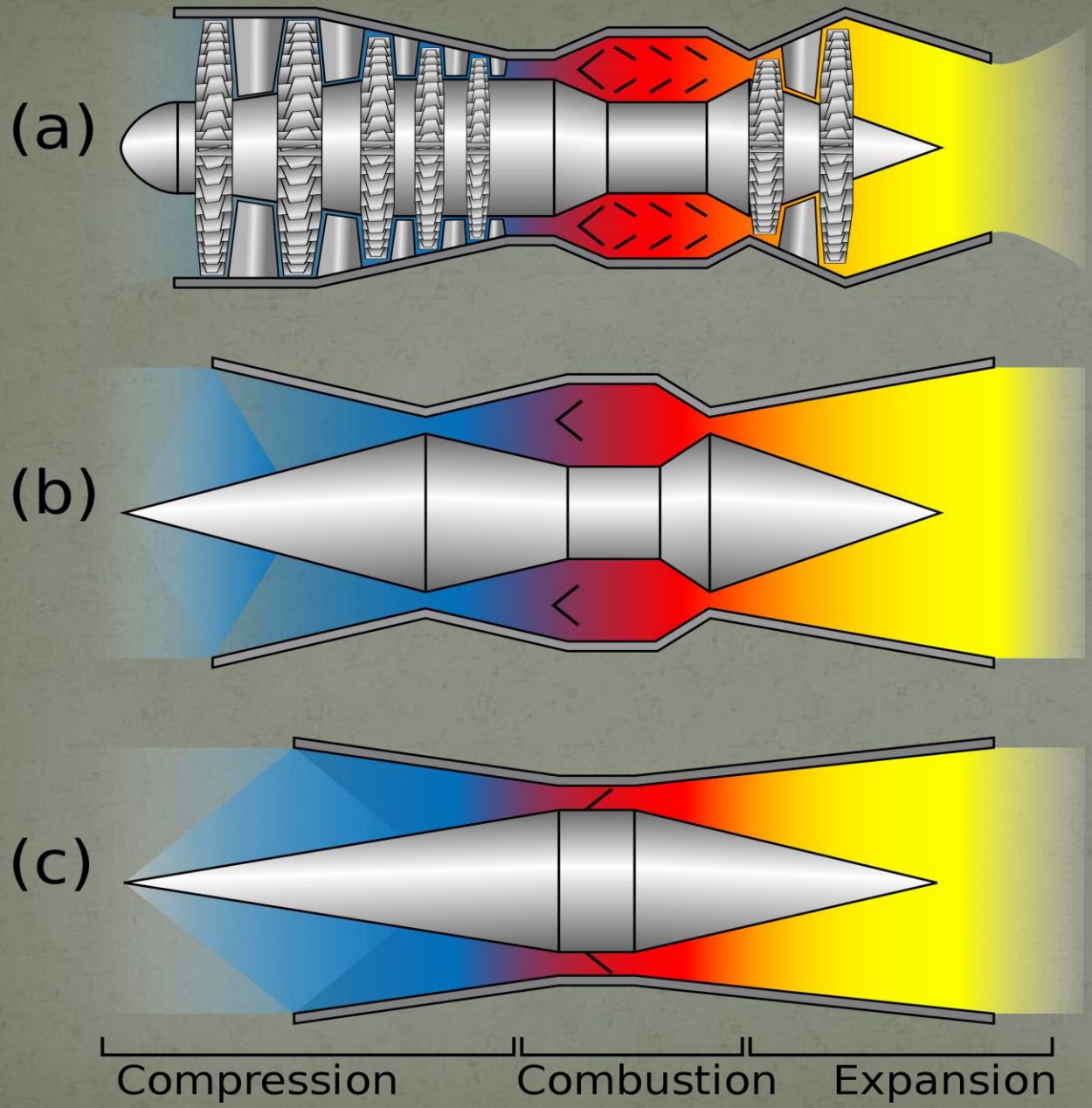
موتورهای اسکرم جت Scram jet



ویژگی های موتور اسکرم جت

- نام این موتورها از Supersonic Combustion Ram Jetگرفته شده که به معنای احتراق در سرعت مافوق صوت است. این گونه موتور ها در سرعت های هایپر سونیک Hyper Sonicبه کار می روند و طرز کار آنها بسیار مشابه موتورهای رم جت با تغییراتی می باشد

- اولین هواپیمای دارای موتور اسکرم جت، هواپیمای X-43است که سرعت آن بالای 7 ماخ می باشد.



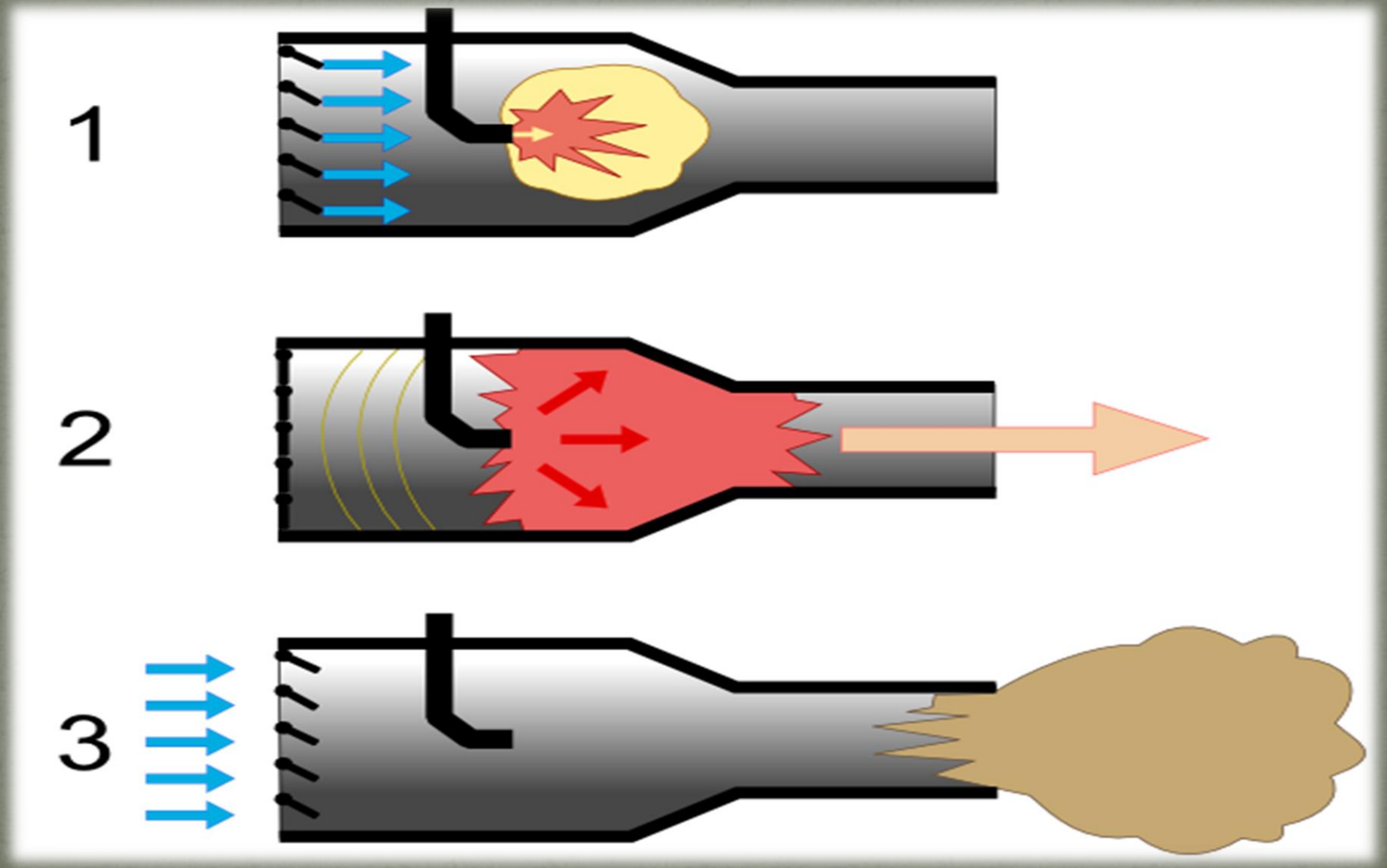
مقایسه موتور های

توربوفن

رمجت

اسکرم جت

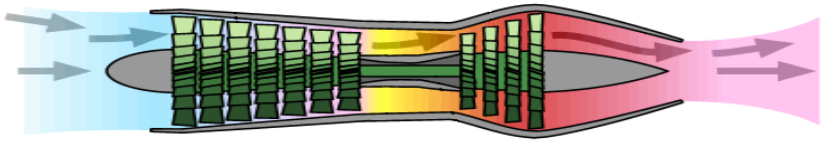
موتورهای پالس جت Pulse Jet



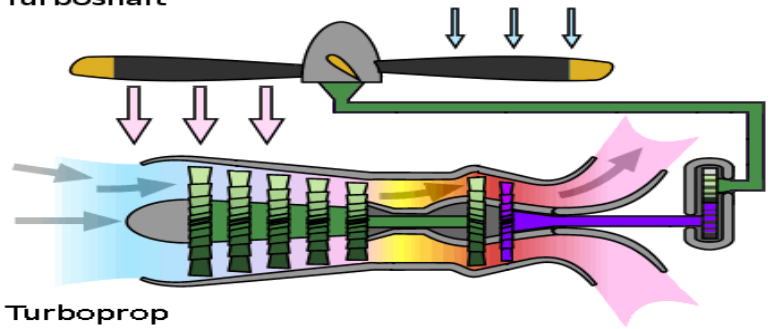
ویژگی های موتور پالس جت

- موتورهای پالس جت دارای توربین، کمپرسور، یا شفت نمی‌باشند و تنها قطعه متحرک البته در نوع دریچه دار، دریچه آن می باشد. در این گونه موتورها، ابتدا توده بزرگی از احتراق در داخل موتور صورت می پذیرد که سبب بسته ماندن دریچه می شود. چون تنها راه فرار هوا از موتور قسمت انتهای آن می باشد هوا به طرف آنجا هجوم می آورد. در نتیجه تر ک هوا، خلا یا حالت مکشی به وجود آمده که باعث بازشدن دریچه و ورود هوای تازه می شود. در این حالت، مقداری هوای محترق شده از خروج بازمانده و صرف تراکم و احتراق گاز تازه وارد می گردد و سیکل به همین ترتیب ادامه پیدا می کند.البته این نوع از موتور جت کاربرد زیادی ندارند اما در بعضی از هلیکوپتر ها جهت افزایش سرغت خطی آنها استفاده میگردد.

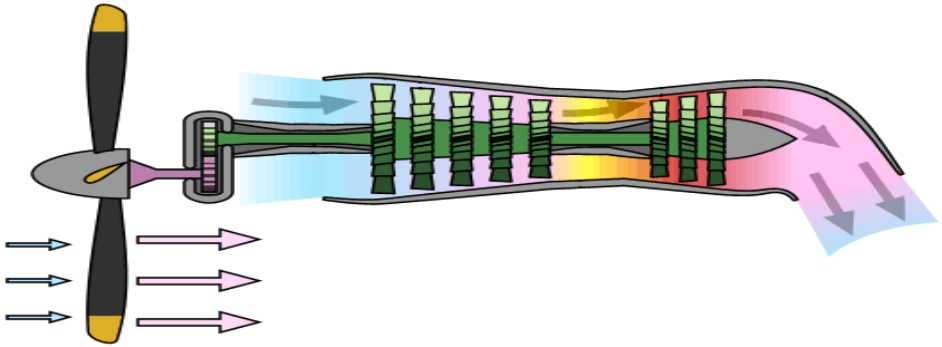
Turbojet



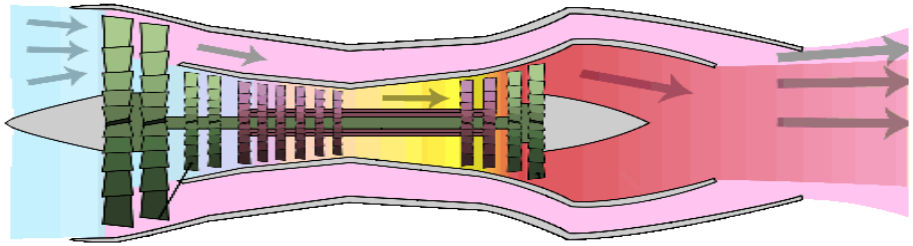
Turboshaft



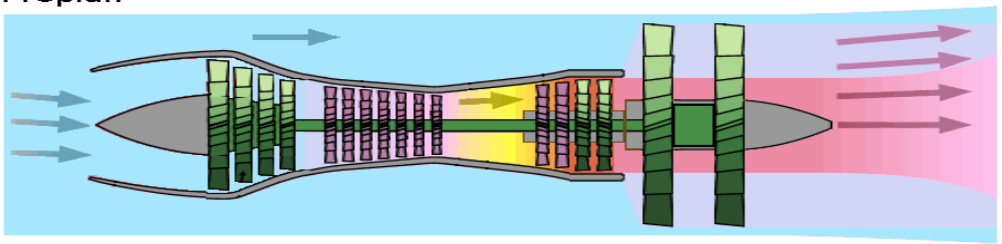
Turboprop



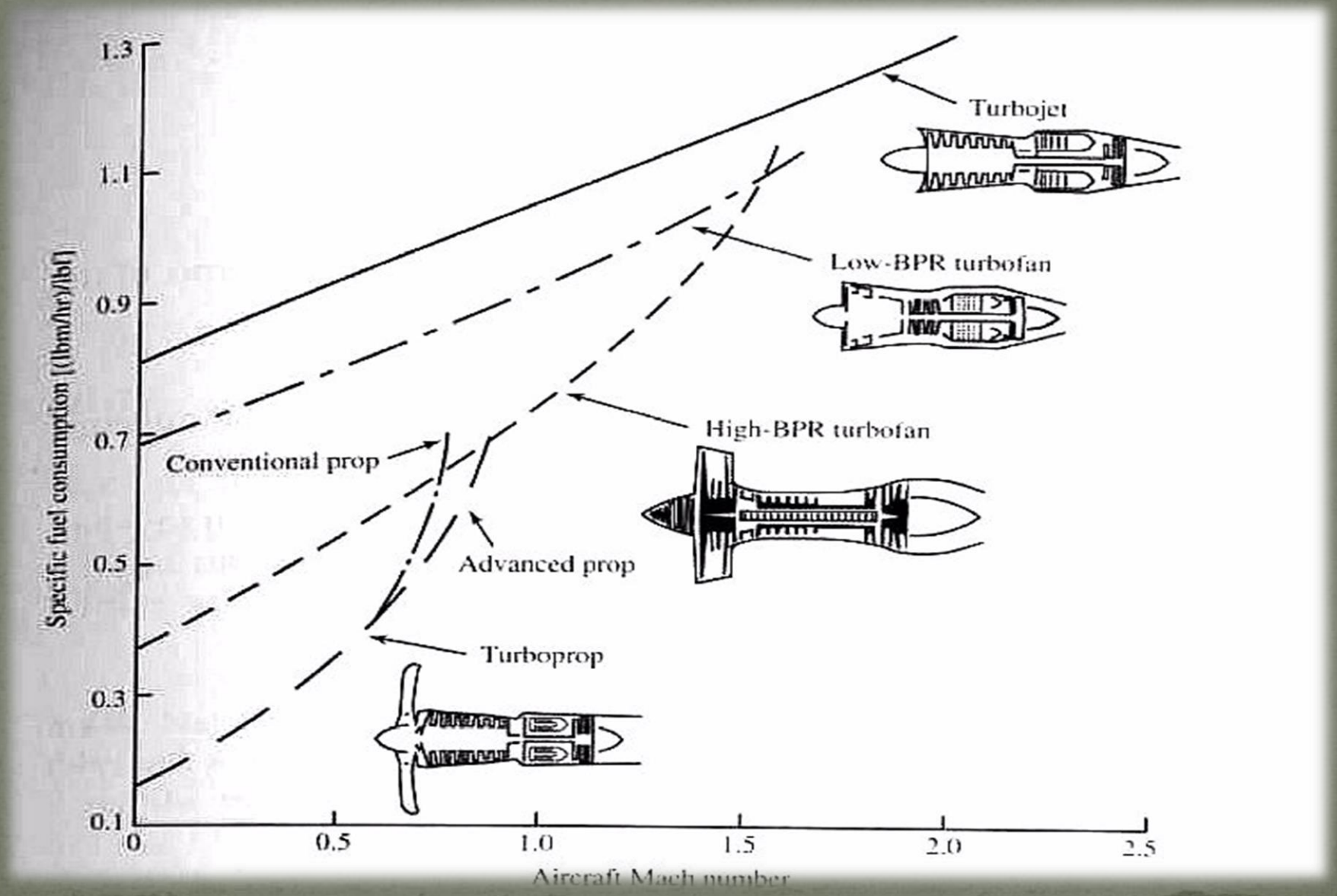
Turbofan



Propfan



مقایسه انواع موتور جت از لحاظ میزان سوخت مصرفی بر حسب سرعت هواپیما



مقایسه نیروی تراست تولید شده در انواع موتور جت بر اساس سرعت هواپیما

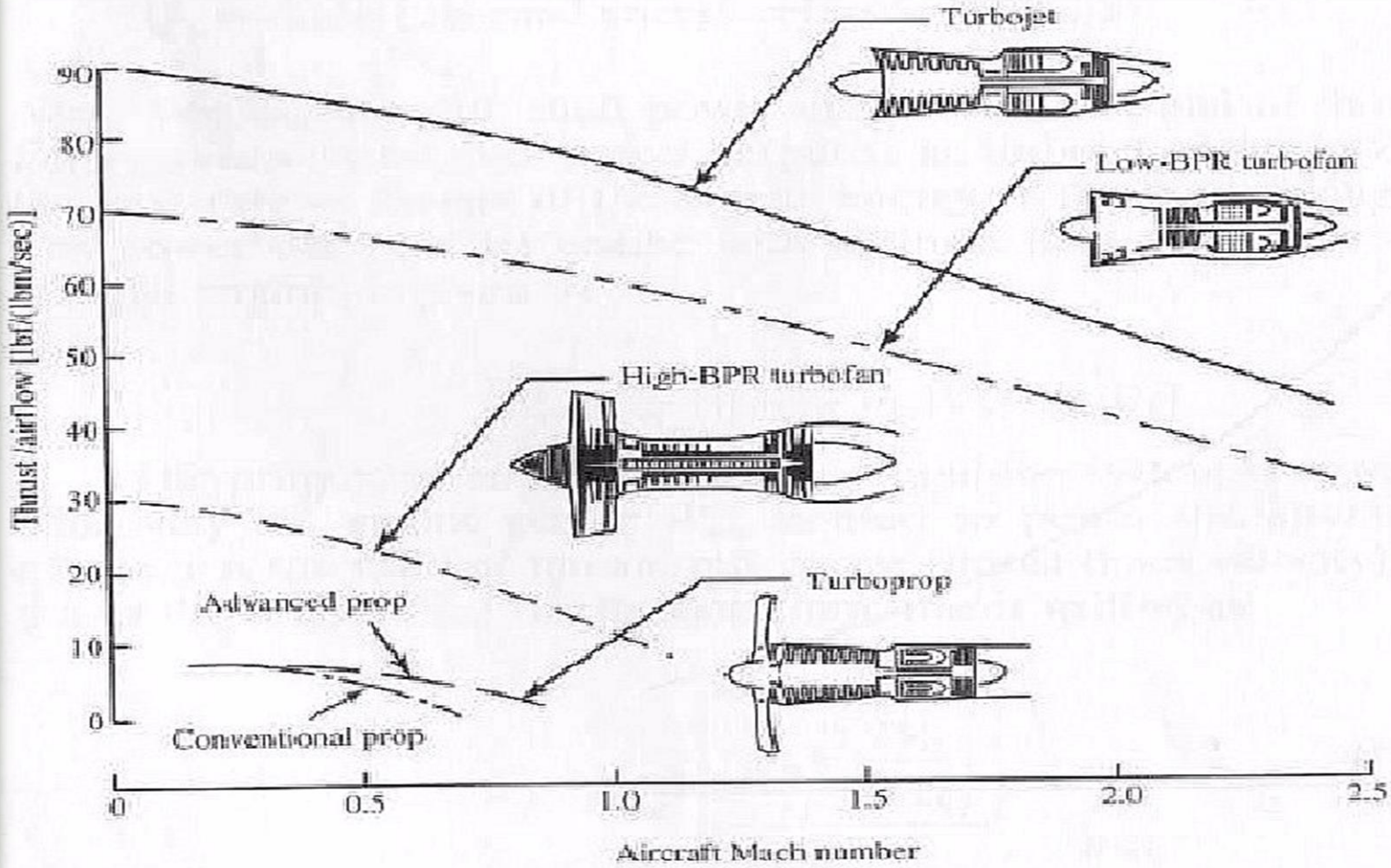


FIGURE 1-17*a*
Specific thrust characteristics of typical aircraft engines. (*Courtesy of Pratt & Whitney.*)

انواع پیشران

- پیشرانه های پیستونی
- پیشرانه های جت
  - توربو فن
  - توربوجت
  - توربوپراپ و توربوشفت
  - رمجت
  - اسکرمجت
  - پالس جت
- پیشرانه های راکتی
  - موتور سوخت مایع
  - موتور سوخت جامد
  - موتور ترکیبی
- پیشرانه های الکتریکی (موتور یونی و...)

created by "abjnk08"

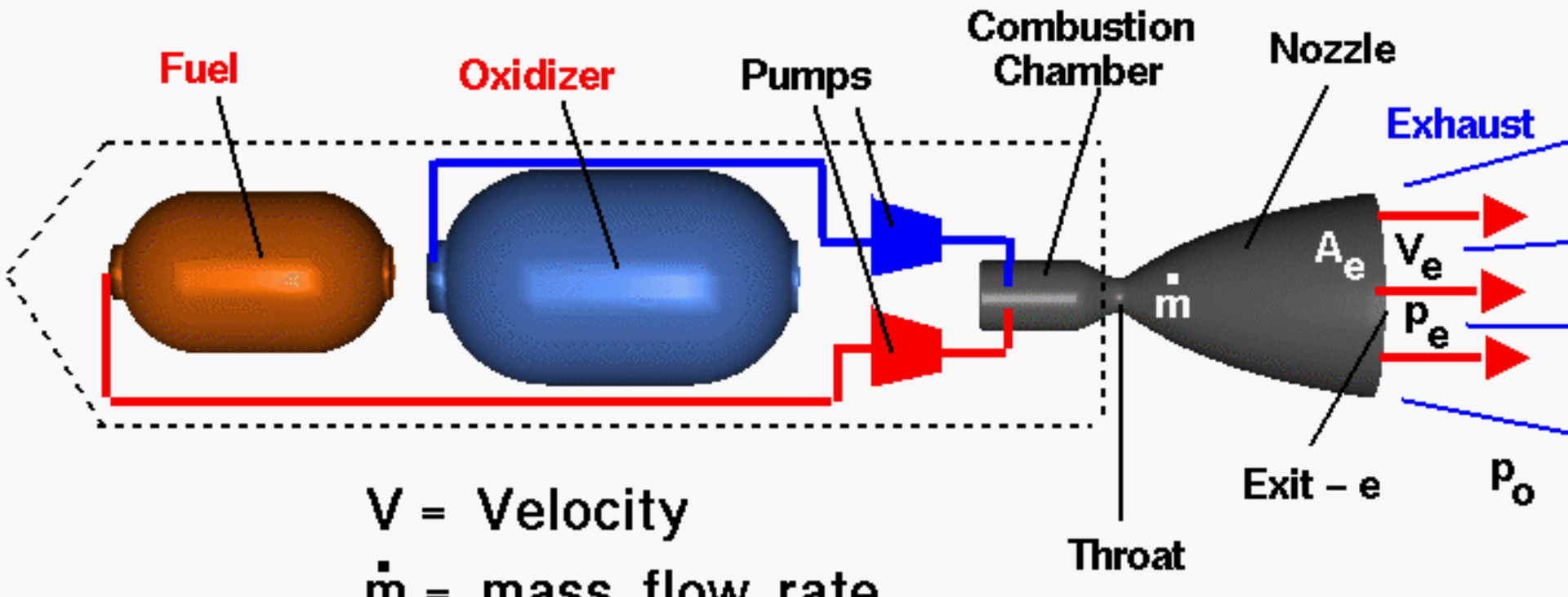
- پیشرانه های راکتی
  - موتورهای سوخت مایع
    - موتورهای چرخه باز(اچ ام_۷،وایکینگ_۶)
    - موتورهای چرخه بسته(آر اس_۲۵)
  - موتورهای سوخت جامد
  - موتورهای ترکیبی

created by "abjnk08"

موتور سوخت مایع

- موتور پیشران مایع، موتوری است که عمل احتراق شیمیایی در آن با استفاده از یک یا چند ماده اکسیدکننده و احیاشونده مایع، انجام می‌پذیرد. مجموعه این احیاشونده (سوخت) و اکسیدکننده، در اصطلاح پیشران نامیده می‌شوند. این پیشران به صورت تفکیک‌شده، در مخازنی در موشک پرتابگر ذخیره و نگهداری می‌شود و هنگام روشن شدن راکت، به محفظه احتراق تزریق شده و باعث ایجاد احتراق و تولید نیروی رانش می‌شود
- انواع سوخت مایع:
- نوع سرمازا:نوع پیشرانه سرمازا سوخت و اکسیدکننده‌ایی است که در دمای بسیار پایین نگهداری می‌شود.سرمازا گویند.
- نوع خود مشتعل:به زوج پیشرانه که به محض برخورد به هم محترق می‌شوند سوخت‌های خودمشتعل می‌گویند که البته این نوع پیشرانه برای احتراق نیازی به جرقه یا شعله ندارد.
- سوخت منفرد:سوختی که برای احتراق نیازی به اکسیدکننده ندارد سوخت منفرد نامیده می‌شود و به همین علت این نوع سوخت‌ها بسیار ناپایدار و خطرناکند.

Liquid Rocket Engine



V = Velocity

$\dot{m}$ = mass flow rate

p = pressure

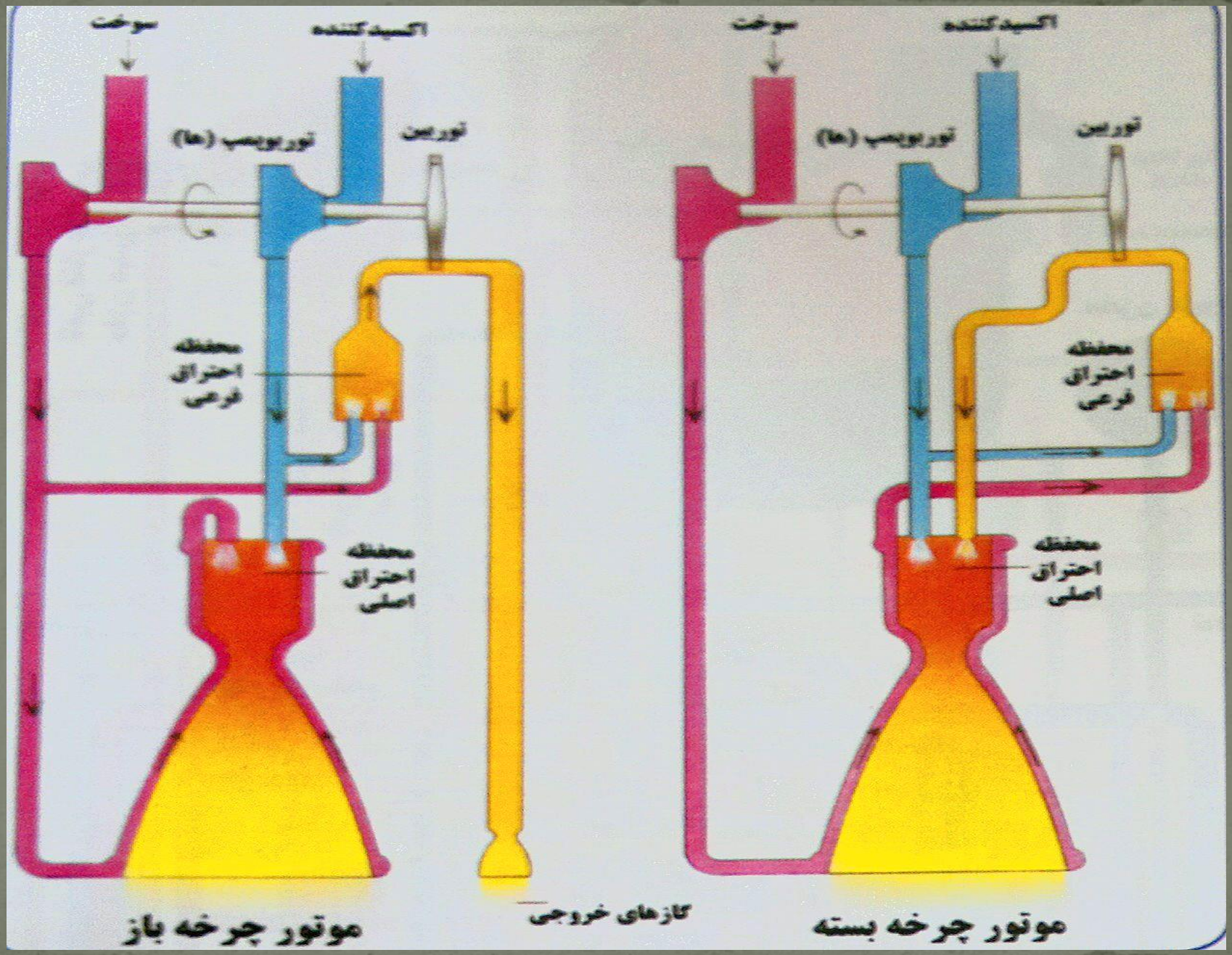
Thrust = $F = \dot{m} V_e + (p_e - p_0) A_e$

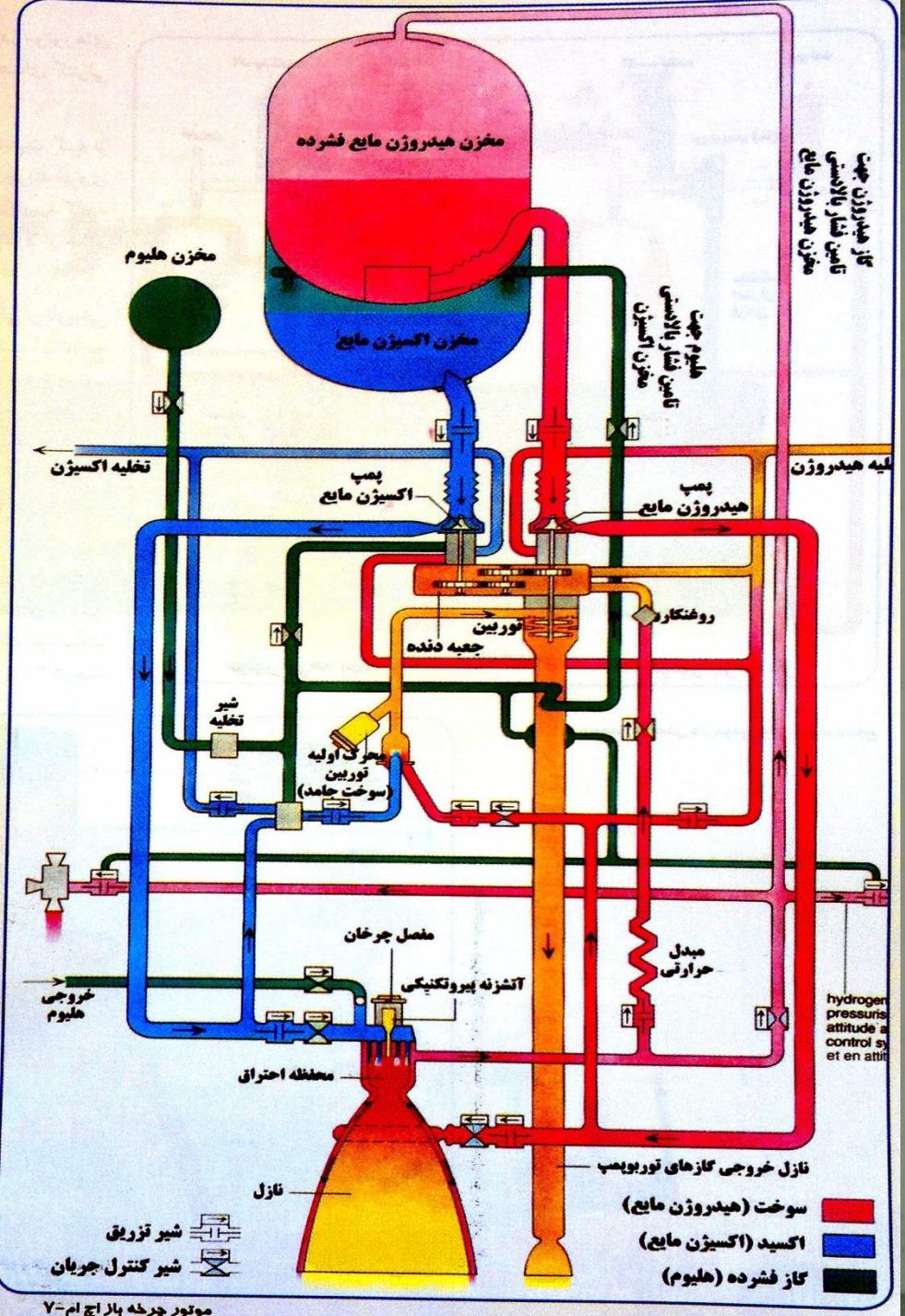
اجزا موتور سوخت مایع

- موتورهای پیشران مایع از ۵ بخش اصلی تشکیل شده‌اند
- **مخازن سوخت و اکسیدکننده:** مخازنی هستند تعبیه شده در خارج از موتور که پیشران‌های مایع در داخل آنها نگهداری می‌شوند.
- **توربوپمپ:** این زیرسامانه پیشران‌های مایع را از مخازن مکیده و با فشار و دبی مناسب به سمت محفظه احتراق هدایت می‌کند. به تعبیری می‌توان توربوپمپ را قلب یک موتور پیشران مایع دانست. برای هر یک از اکسیدکننده و سوخت، توربوپمپ‌های جداگانه‌ای به کار می‌رود.
- **تزریقگر:** تزریقگرها در ورودی محفظه احتراق قرار می‌گیرند و وظیفه دارند تا پیشران‌های مایع (سوخت و اکسیدکننده) را به صورت ذراتی بسیار کوچک با زاویه، سرعت و قطر کاملاً معین به داخل محفظه احتراق بپاشند. تزریقگرها انواع مختلفی دارند و یکی از پیچیده‌ترین و حساس‌ترین قسمت‌های یک موتور پیشران مایع هستند.
- **محفظه احتراق:** محفظه احتراق محلی است که در آن سوخت و اکسیدکننده پس از عبور از تزریقگر با یکدیگر مخلوط شده و طی یک واکنش شیمیایی مشتعل می‌شوند. محفظه‌های احتراق موتورهای پیشران مایع دما و فشارهای بسیار بالایی را تحمل می‌کنند.
- **نازل:** بخش انتهایی موتور پیشران مایع است که گازهای بسیار داغ و پر سرعتی که از محفظه احتراق خارج می‌شوند را به فضای بیرون هدایت می‌کند. انتقال مومنتوم این گازهای داغ خروجی بخشی از نیروی رانش راکت را ایجاد می‌کند. نازل نیز به لحاظ طراحی و فناوری ساخت یکی از قسمت‌های بسیار پیچیده موتور پیشران مایع محسوب می‌شود.

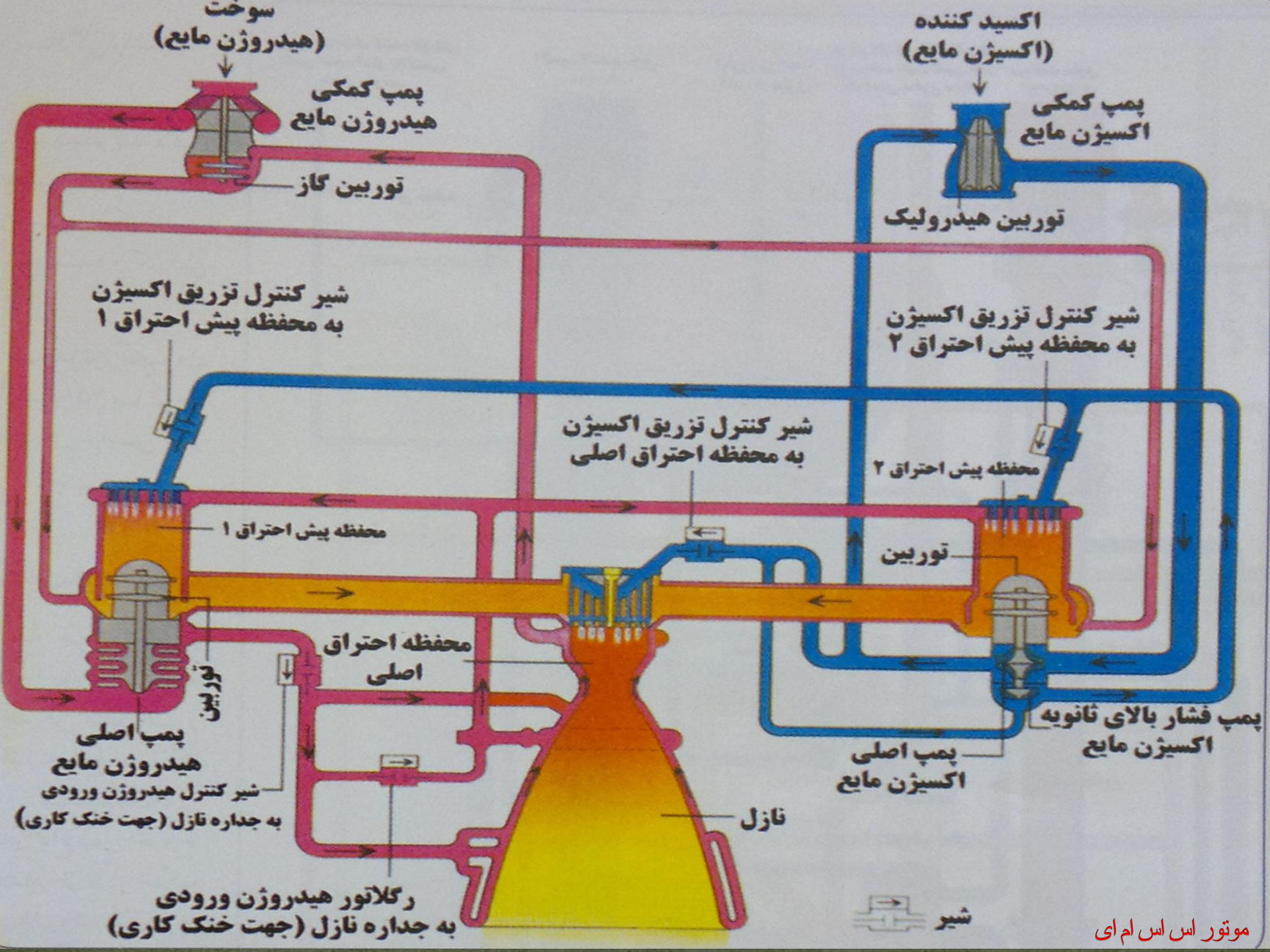
این موتورها را به دو دسته سیکل باز و سیکل بسته تقسیم میکنند

- موتورهای پیشران مایع سیکل باز: در این نوع موتورها مولد گاز بخش کوچکی از سوخت و اکسیدکننده را دریافت کرده، توربین را به گردش واداشته و در نهایت محصولات احتراق آن از یک نازل کوچک فرعی خارج می‌شوند.
- موتورهای پیشران مایع سیکل بسته :در این نوع موتور، بخش بزرگی از سوخت یا اکسیدکننده وارد مولد گاز شده و توربین را به حرکت در می‌آورند. سپس گازهای خروجی از توربین که هنوز دارای مقدار زیادی سوخت یا اکسیدکننده هستند، از یک مسیر خاص وارد محفظه احتراق اصلی راکت می‌شوند. اصولاً سامانه‌های سیکل بسته بازده بیشتری دارند و موتورهای پیشران مایع پیشرفته‌تر از این نوع استفاده می‌کنند.


سوخت
اکسید کننده
توربوپمپ (ها)
توربین
محفظه احتراق فرعی
محفظه احتراق اصلی
گازهای خروجی
موتور چرخه باز
موتور چرخه بسته



موتور چرخه باز اِچ اِم-۷



موتور اس اس ام ای

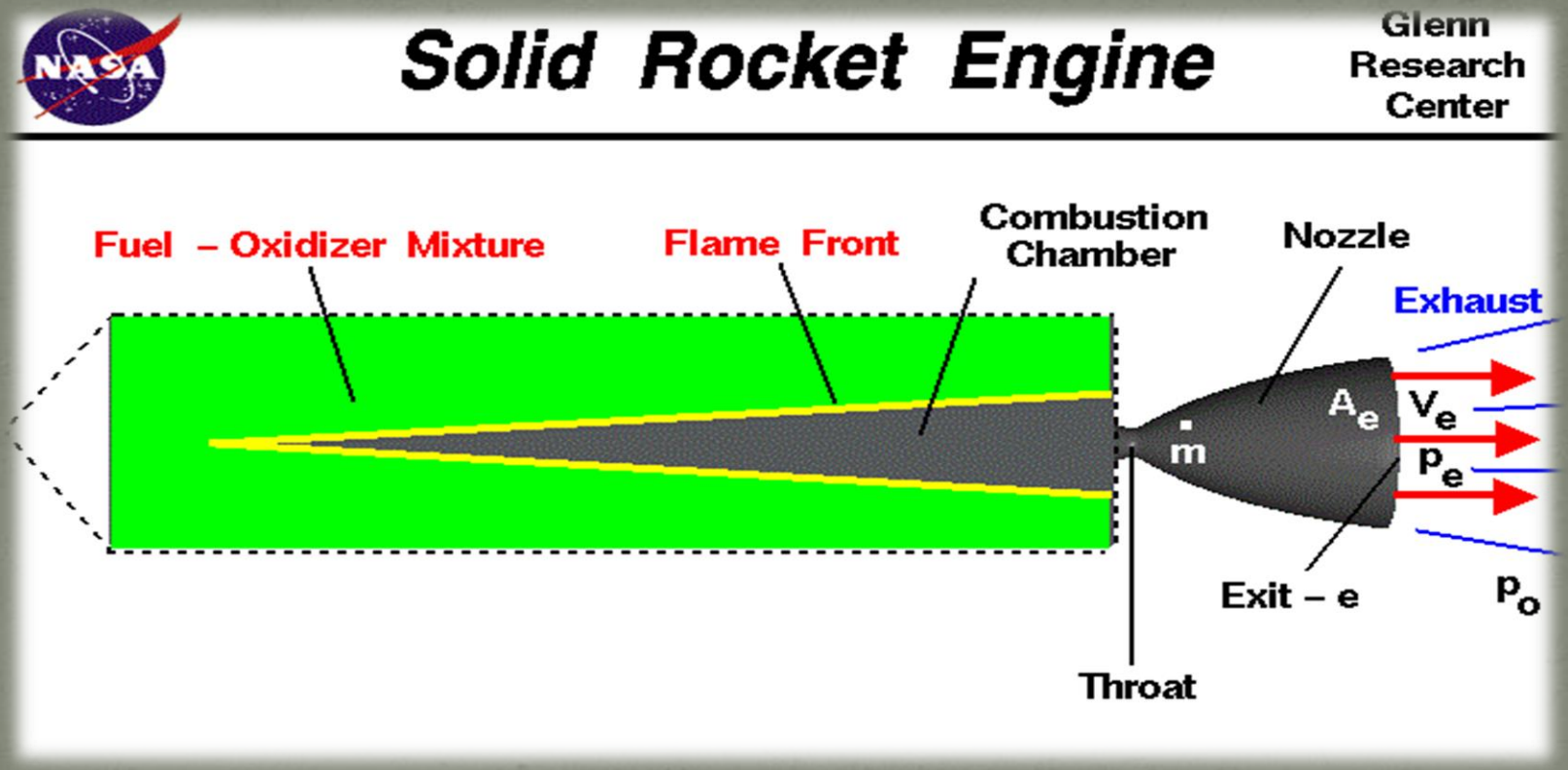
مزایا موتور سوخت مایع

- برای جرم مشخصی از سوخت معمولا ضربه ویزه بالاتری دارند
- معمولا دود و تشعشعات شعله انتهایی موتور اندک است
- قابلیت خاموش و روشن شدن و حذف موتور وجود دارد
- اکثر سوخت ها دارای گازهای غیرسمی هستند
- قابلیت وارسی و تعمیر در صورت استفاده ناموفق
- قابلیت خنک کردن محفظه احتراق
- .
- .
- .

معایب موتور سوخت مایع

- پیچیدگی به دلیل اجزا زیاد واحتمال بروز خطا
- کنترل ناپایداری احتراق بسیار مشکل است
- اماده سازی های وقت گیر و پیچیده قبل از پرتاب
- مخازن باید تحت یک سیستم فشرده ساز تحت فشار باشند
- وزن کل بیشتر در طول زمان کوتاه و ضربه کل پایین
- .
- .
- .

موتور سوخت جامد



ویزگی های موتور سوخت جامد

- این موتورها از محفظه‌هایی تشکیل شده‌اند که از پیشرانه جامد که ترکیبی از سوخت و اکسیدکننده است، تشکیل می‌شوند.
- موشک‌های سوخت جامد از ساده‌ترین نوع موشک‌ها هستند که مواد آن به محض دریافت اولین جرقه به سرعت واکنش داده و بسیار سریع می‌سوزند.
- این ترکیبات داراي سرعت سوزش بالايي هستند و گازهاي داغ ناشي از احتراق آن‌ها، هنگام خروج از بخش استوانه‌اي و نازل، نيروي پيشران (تراست) لازم را ايجاد مي‌نمايند. وقتي موتور شروع به كار مي‌كند، پيشرانه‌ي جامد از قسمت مياني به سمت كناره شروع به سوزش مي‌نمايد.

شكل كانال مياني تعبيه‌شده در ميانِ پيشرانه‌ي جامد، تعيين‌كننده‌ي سرعت و الگوي سوزش مي‌باشد. بنابراين نوع طراحي كانال، وسيله‌اي براي كنترل نيروي پيشران (تراست) به شمار مي‌رود. بر خلاف موتورهاي پيشرانه‌ي مايع، موتورهاي پيشرانه‌ي جامد چندان كنترل‌پذير نيستند و پس از روشن شدن آن‌ها، امكان كنترل فرآيند كار موتور و در صورت نياز خاموش كردن، تقريباً ناممكن است.

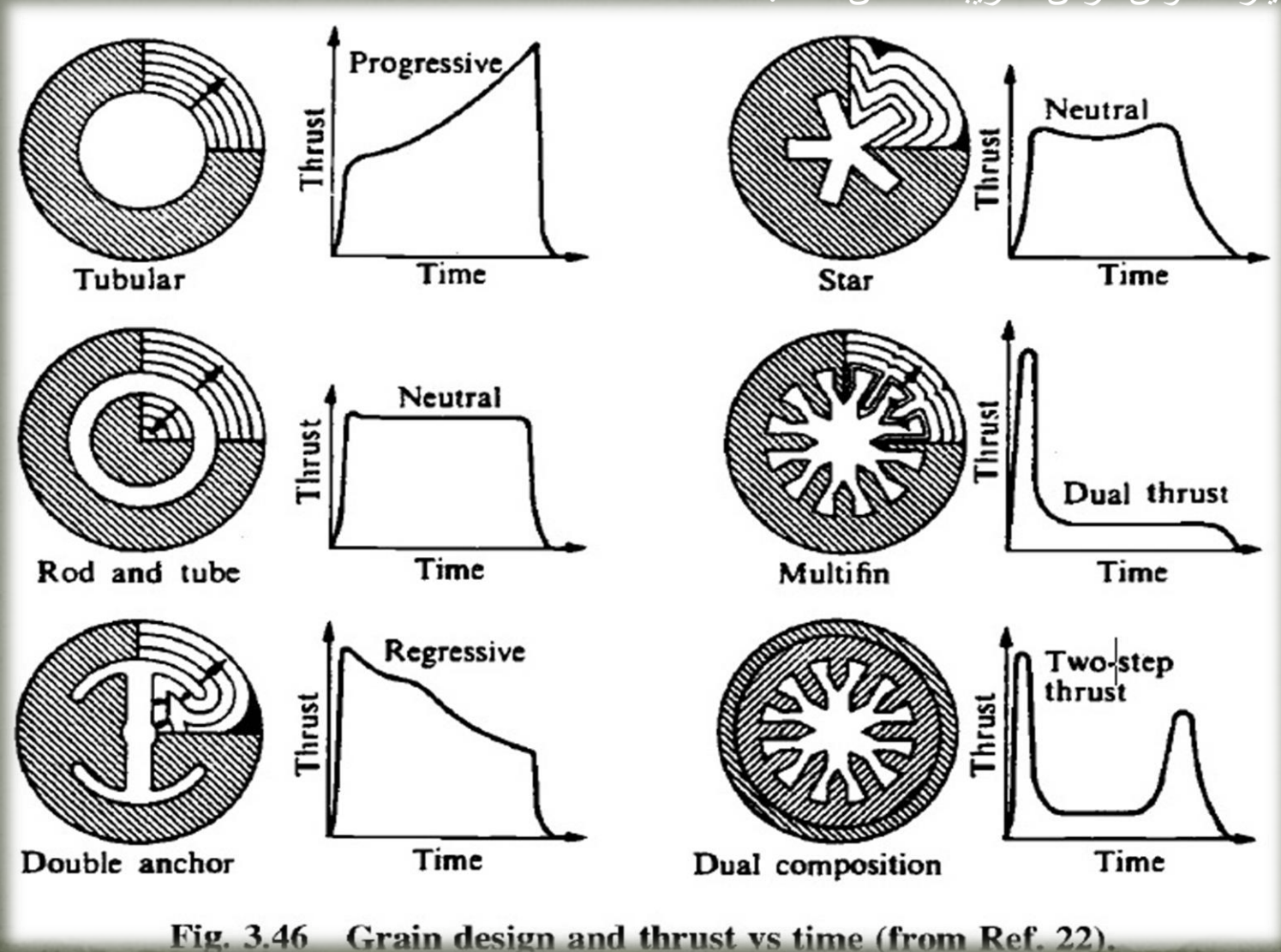


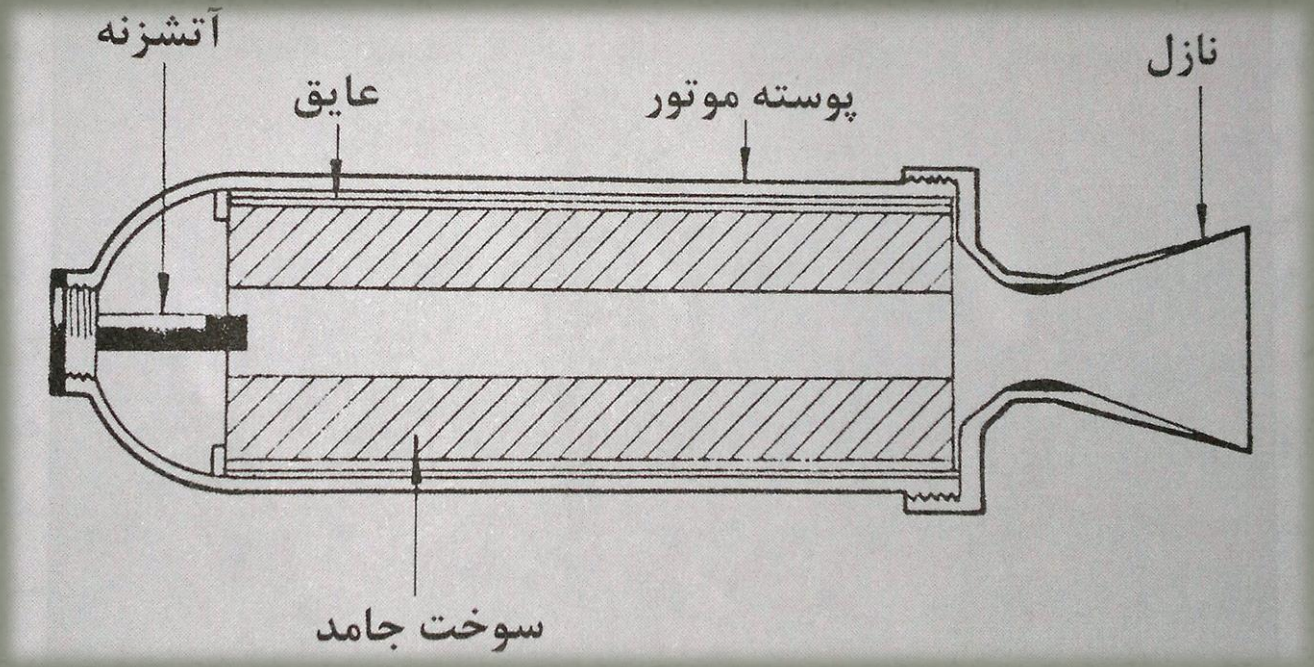
Fig. 3.46 Grain design and thrust vs time (from Ref. 22).

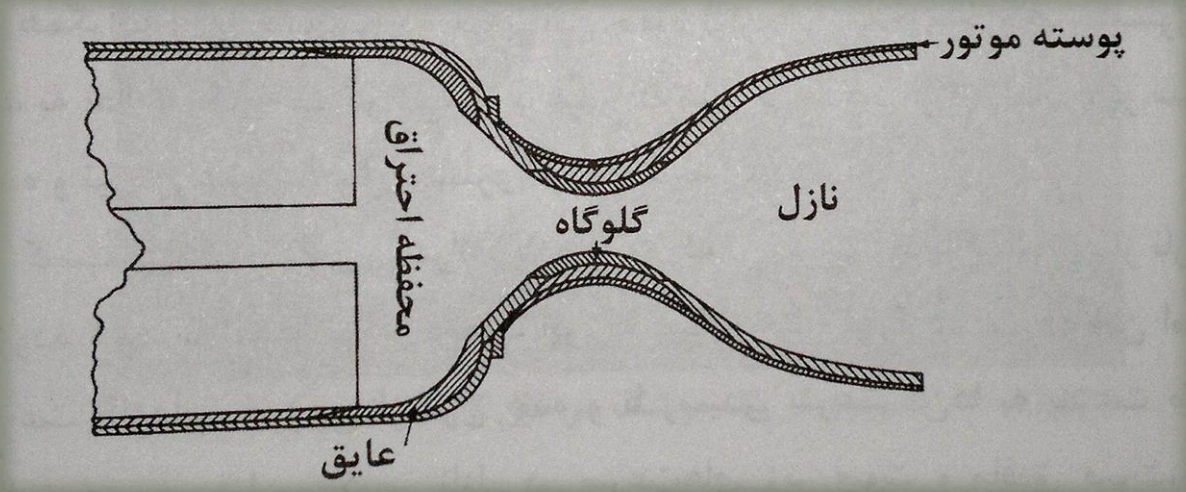
مزایا موتور سوخت جامد

- طراحی ساده
- سادگی عملکرد
- بررسی های اندک پیش از پرواز
- به سرعت برای عملکرد اماده میشوند
- عدم وجود نشتی و سرریزی و کثیفی
- مناسب برای کاربردهای ضربه کلدبا وزن اندک
- مدت نگهداری طولانی برای 5 تا20 سال
- به دلیل داشتن ابعادکوچک پسای کمی تولید میکنند
- اغلب گازهای خروجی غیر سمی اند

معایب موتور سوخت جامد

- وزن مرده بالاتر
- پتانسیل انفجار و وروشن شدن موتور در انها بالا تر است
- خطر احتراق خود به خودی بعضی از سوخت ها
- به یک سیستم اتشزنه (اغازگر) نیازمندند
- در تمام موتورهای راکتی سوخت جامد عایق حرارتی نیاز است
- قبل از استفاده قابلیت تست ندارند


آتشزنه
عایق
پوسته موتور
نازل
سوخت جامد


پوسته موتور
نازل
گلوگاه
محفظه احتراق
عایق

مزایا و معایب موتورهای پیشران مایع در مقایسه با موتورهای پیشران جامد

- در موتورهای پیشران مایع، نیروی رانش کمتر اما در مدت زمان بیشتر تولید می‌شود. اما در موتورهای پیشران جامد، نیروی پیشران بیشتری در مدت زمان کمتری تولید می‌شود.
- یکی از مزایای اصلی موتورهای پیشران مایع نسبت به پیشران جامد، قابلیت کنترل به نسبت راحت نیروی رانش در آنهاست.
- در موتور های سوخت مایع نازل را میتوتوان خنک کاری کرد ولی در موتور سوخت جامد نازل را نمیتوان خنک کاری کرد

موتور های سوخت ترکیبی یا هیبریدی

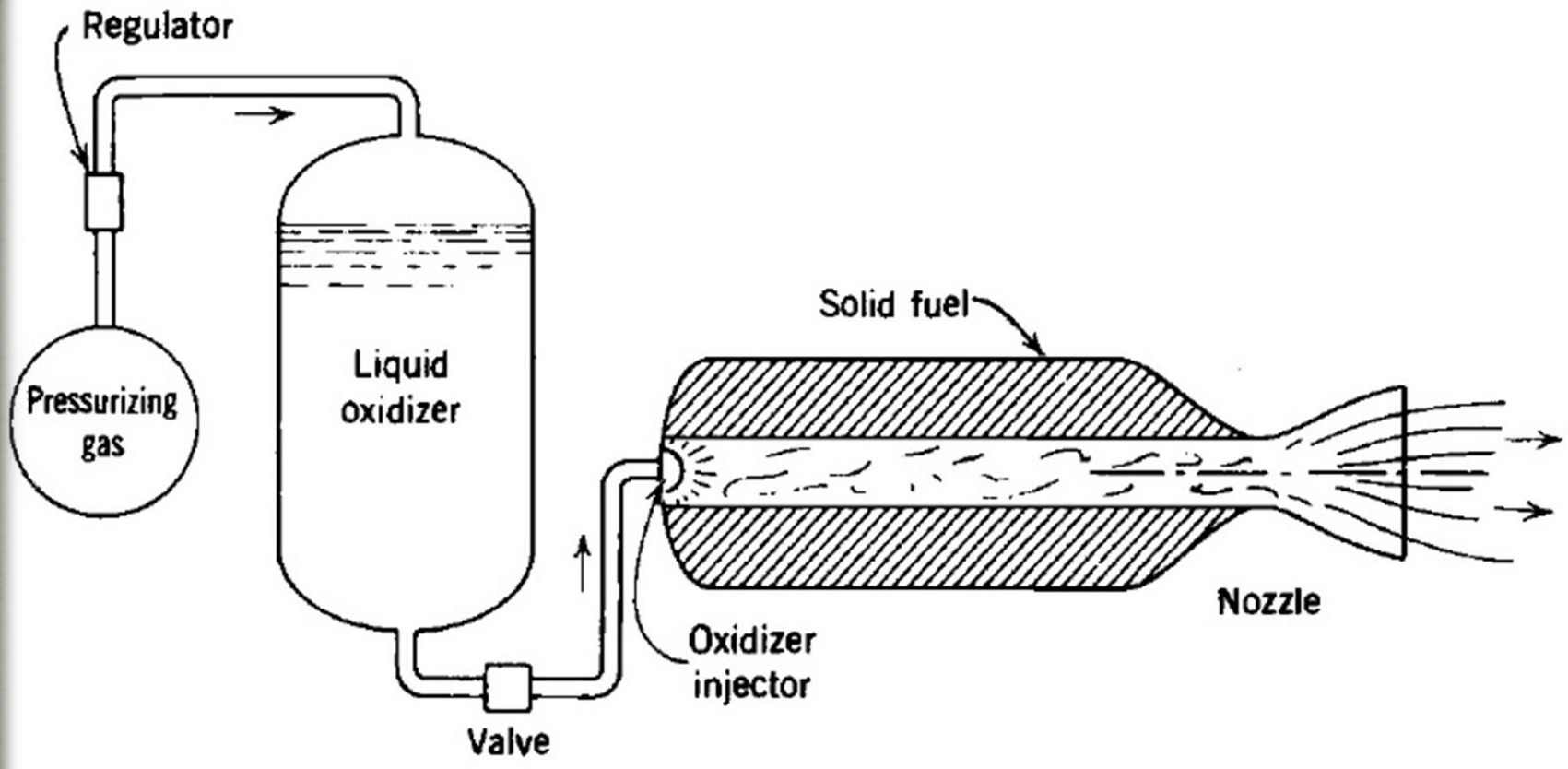


Fig. 3.8b Hybrid propulsion rocket engine.

ویژگی های موتور هیبریدی

- موتورهای هیبریدی از مزایای هر دو نوع موشک سوخت جامد و مایع بهره می‌برند.این موشک شامل یک استوانه ساده‌ای است که غالبا از سوخت جامد پرشده است و در بالای آن، محفظه‌ای حاوی مواد شیمیایی تکمیل کننده احتراق سوخت جامدوجود دارد که همان اکسیدکننده است.

- این دوماده شیمیایی از نوع خود مشتعل هستند و به محض تزریق اکسیدکننده به درون لوله حاوی سوخت جامد و برقراری تماس بین این دو مواد فرایند احتراق صورت می‌گیرد و نیروی پیشران و محرکه ایجاد می‌شود.

- در این نوع موتورها با کم و زیاد کردن میزان تزریق مایع اکسیدکننده امکان کم و زیاد کردن نیروی پیشران

- البته پیچیدگی و وزن این نوع موتورها نسبت به موتورهای سوخت مایع کمتر است.

مزايا

- . قابليت توقف و راه‌اندازي دوباره و داشتن نيروي جلوبرندگي متغير (كنترل پذيري بالا)؛ مانند موتورهاي با پيشرانه‌ي مايع؛ كه اين قابليت در موتورهاي سوخت جامد يا وجود ندارد و يا بسيار به سختي انجام مي‌پذيرد.
- . توليد انرژي بيش‌تر نسبت به موتورهاي با پيشرانه جامد
- . قابليت ذخيره و انبارشوندگي به مدت طولاني؛ مانند موتورهاي با پيشرانه جامد
- . دارا بودن نيمي از پيچيدگي‌هاي توربوماشيني (پمپ و لوله‌كشي) موتورهاي با پيشرانه‌ي مايع، به خاطر حذف يكي از مولفه‌هاي سوخت مايع و وجود تنها يك مولفه مايع
- . حساسيت كم‌تر در مقابل خوردگي نسبت به پيشرانه‌هاي جامد، به خاطر حذف اكسيدكننده جامد
- . ايمني بالاتر نسبت به پيشران‌هاي جامد؛ زيرا سوخت و اكسيدكننده از قبل با هم تركيب نشده‌اند و احتمال آتش‌گرفتن تصادفي آن‌ها از بين مي‌رود.
- .
- .
- .

معايب

- نسبت به پيشرانه‌هاي مايع انرژي كم‌تري توليد مي‌كنند (زيرا سوخت با سرعت كم‌تري در آن‌ها مي‌سوزد)
- از موتورهاي با پيشرانه جامد پيچيده‌تر هستند.
- موتورهاي با پيشرانه تركيبي هنوز در مرحله تحقيقاتي هستند و هنوز عملياتی نشده اند

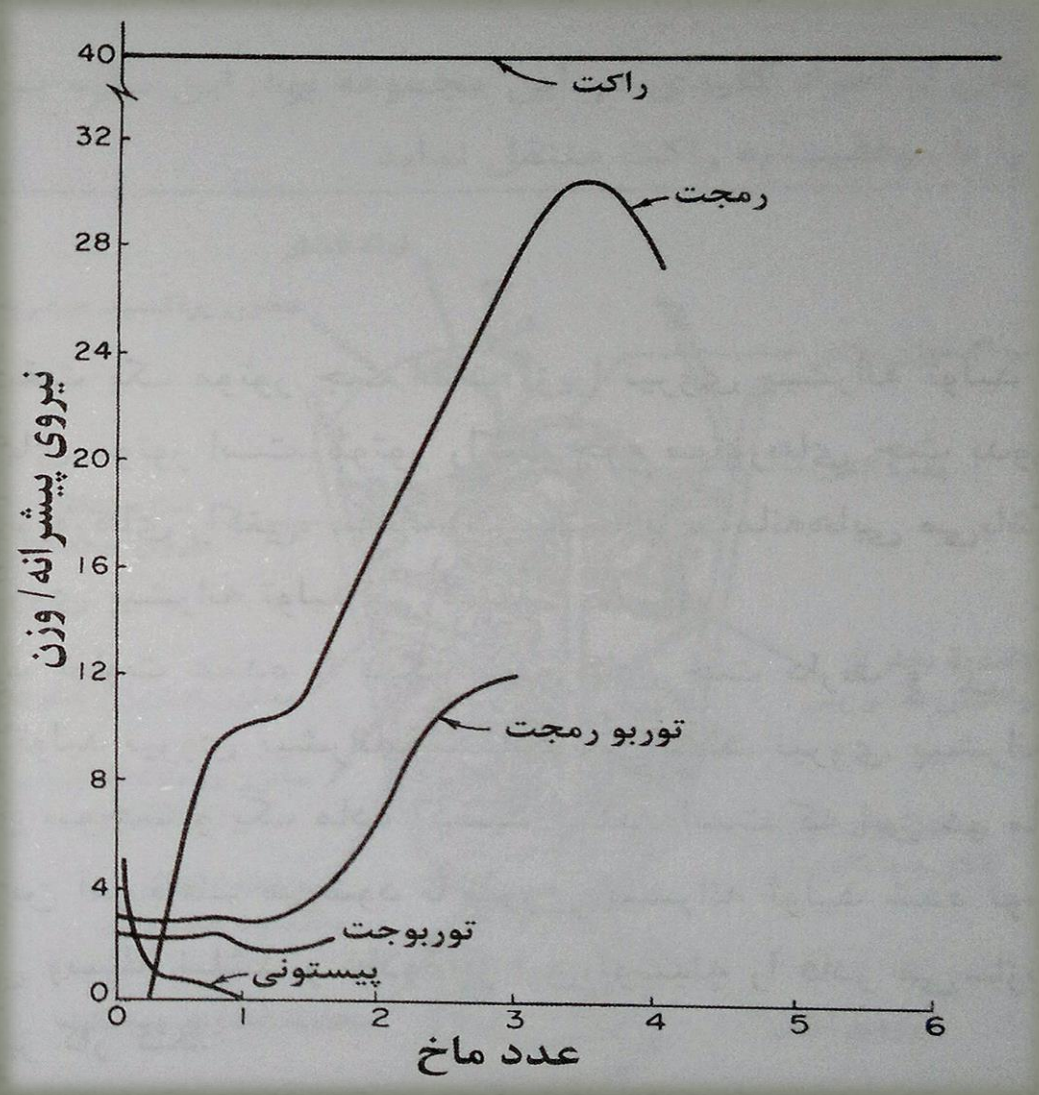
مزایا نسبت به سوخت مایع

- سادگی
- غلظت بالا تر
- فلزات افزودنی

مزایا نسبت به سوخت جامد

- کارایی بالاتر
- احتراق کنترل شده
- ایمنی اکسید کننده

نمودار وزن مخصوص بر حسب سرعت



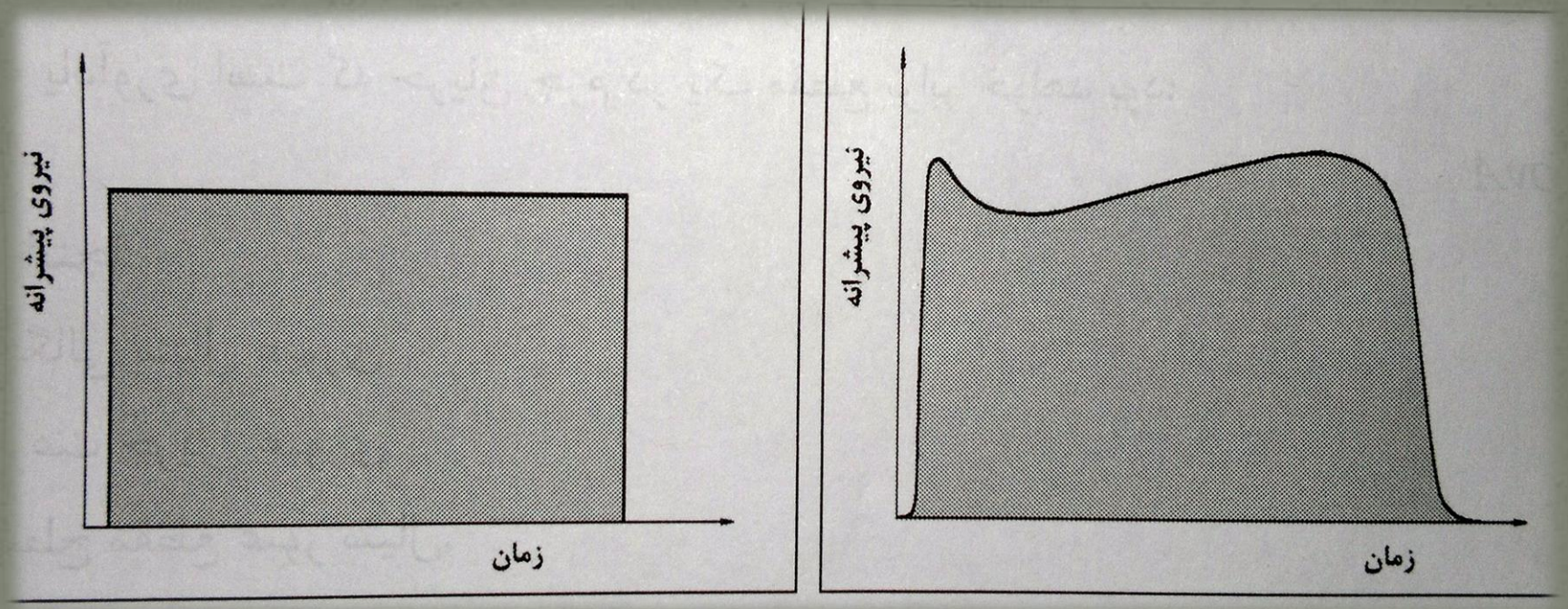
موتورهای الکتریکی

ضربه ویژه

- ضربه ویژه به معنی تغییرات اندازه حرکت بر واحد جرم برای سوخت موشک است. به عبارت دیگر زمانی که سوخت استفاده شود، میزان فشار جلو برنده چه قدر است. سرعت یک موشک در مقایسه با وزنش به نیروی پرتاب بستگی دارد که تقریبا مقدار ماده پیشرانی است که از عقب موشک با سرعت خارج می‌شود. هر چه سرعت خروج پیشران از عقب موشک بیشتر باشد، موشک با سرعت بیشتری حرکت می‌کند یا بار بیشتری را می‌تواند حمل کند. ضربه ویژه پیشران موشک ، میزان تقریبی سرعت پیشرانی است که از عقب موشک به بیرون می‌جهد.

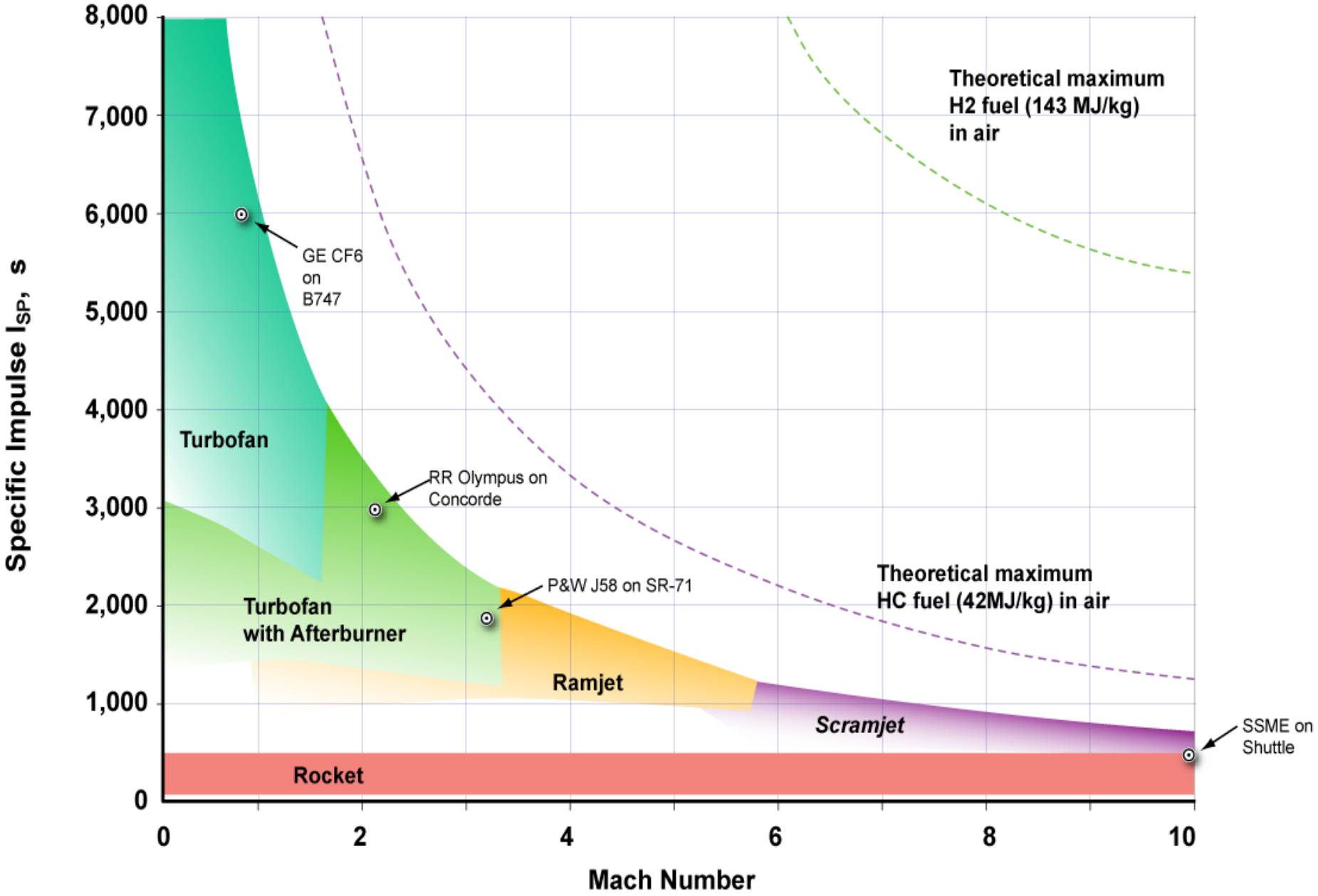
- موشکی با ضربه ویژه زیاد ، نسبت به موشکی با ضربه ویژه کم ، به سوخت کمتری احتیاج دارد. هر چه ضربه ویژه زیادتر باشد به ازای مقدار سوختی که به بیرون می‌جهد، فشار بیشتری تولید می‌شود. یا به بیانی دیگر ، ضربه ویژه مشخص می‌کند که چه مقدار سوخت باید مصرف شود تا فشار مناسبی بدست آید.

- ضربه کل یا ایمپالس کل عبارت است ازسطح زیر منحنی(انتگرال) نیروی پیشرانه که بر حسب زمان متغییر است It=STdt
- Itنسبت کل انرژی ازاد شده توسط تمامی سوخت در یک سیستم پیشرانه می باشند



- ضربه ویژه(specific Impulse) عبارت است از ایمپالس کل بر واحد وزن سوخت .این پارامتر یکی از مهمترین پارامتر های کارایی یک سیستم پیشرانه راکتی می باشد درموتورهای راکتی هر چه این عدد بزرگتر باشد نشان دهنده کارایی بالاتر و طراحی بهتر موتور راکت می باشد.

Propulsion Performance



آنکه می خواهد روزی پریدن آموزد، نخست می باید
ایستادن، راه رفتن، دویدن و بالا رفتن آموزد. پرواز را با
پرواز آغاز نمی کنند.
COPYRIGHT ALEX MCMAHON
AIRLINERS.NET

کاری از عباس بلورکان جهانتیغ نواب "abjnko8" و میلاد صادقی
“” abjnko8 “”& milad
Copyright Steve Morris - AirTeamImages
AIRLINERS.NET