

Ракетный двигатель

$$F_{\text{тяги}} = w * q$$

w - скорость истечения,

q - расход массы (но не веса)

$$w = \sqrt{\frac{T}{M}}$$

где T -
абсолютная
температура в К
($C+273,16$ град.),
 M -
молекулярный вес
топлива.

Удельный импульс
ракетного двигателя

$$P_{\text{уд}} = \frac{P}{q} = w + \frac{S \cdot (p_s - p_a)}{G}$$

где P - тяга,

G - массовый расход топлива,

w - скорость истечения газа из сопла,

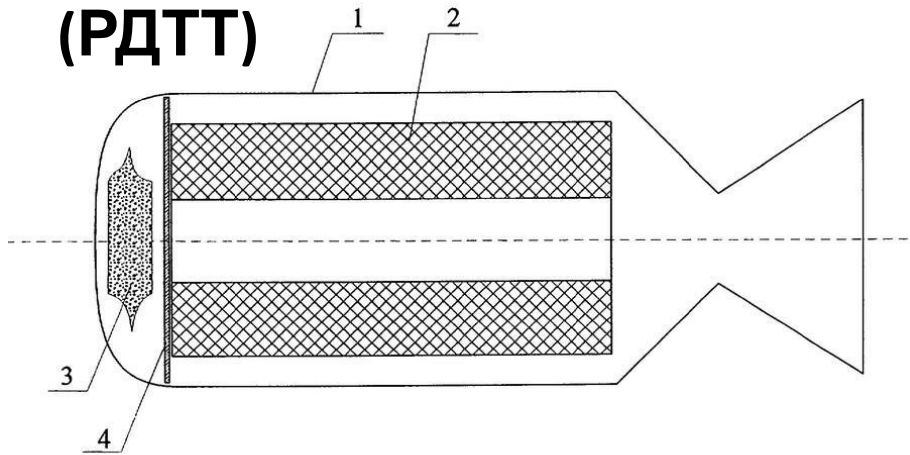
S - площадь выходного сечения сопла,

p_s - давление на выходе из сопла,

p_a - давление окружающей среды.

**Удельный
импульс** показывает,
сколько секунд двигатель
может развивать тягу в 1
Ньютон на одном
килограмме топлива

Ракетный двигатель твердого топлива (РДТТ)



STS $F_{\text{тяги}}$ – 1400 т

SLS $F_{\text{тяги}}$ – 1400 т

w – скорость истечения 3-3,5 км/с

q – расход топлива с секунду 5 т

$P_{\text{уд}}$ – 266,2 с

M_{STS} – 586,5 т

($M_{\text{топлива}}$ – 503,5 т)



Применение твердотопливных ракетных двигателей (РДТТ)



ТРВ и РСЗО



РКРН и РН

**ПТДУ, САС,
АСО**



Подвижной грунтовой ракетный комплекс РС-24 «Ярс»

РВСН планируют заменить ПГРК «Тополь-М» на новые мобильные ракетные комплексы



Разработчик —

Московский институт теплотехники



Первый запуск —

27 мая 2007 года



Межконтинентальная баллистическая ракета РС-24 «Ярс» разработана на основе РС-12М2 «Тополь-М»

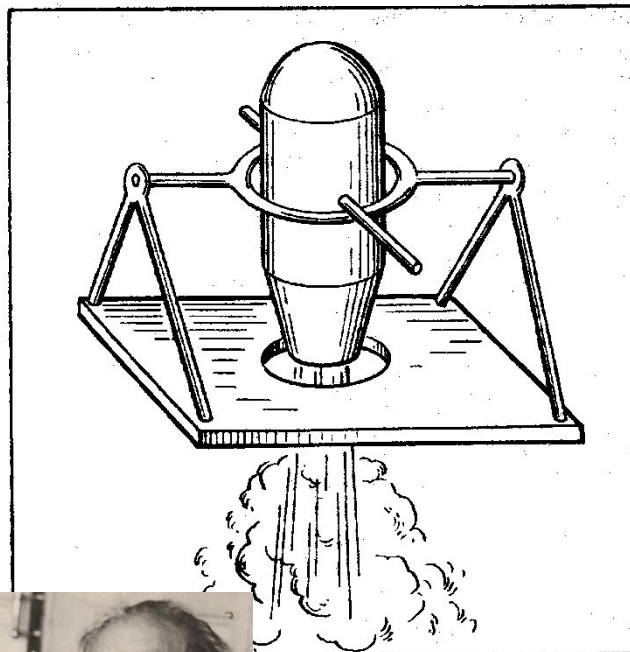


Главное отличие:

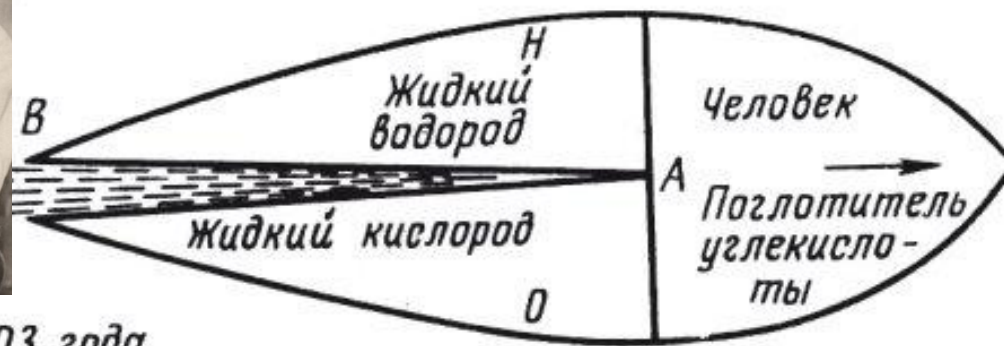
ракета имеет разделяющуюся головную часть (с боеголовками индивидуального наведения)

РДТ и ЖРД

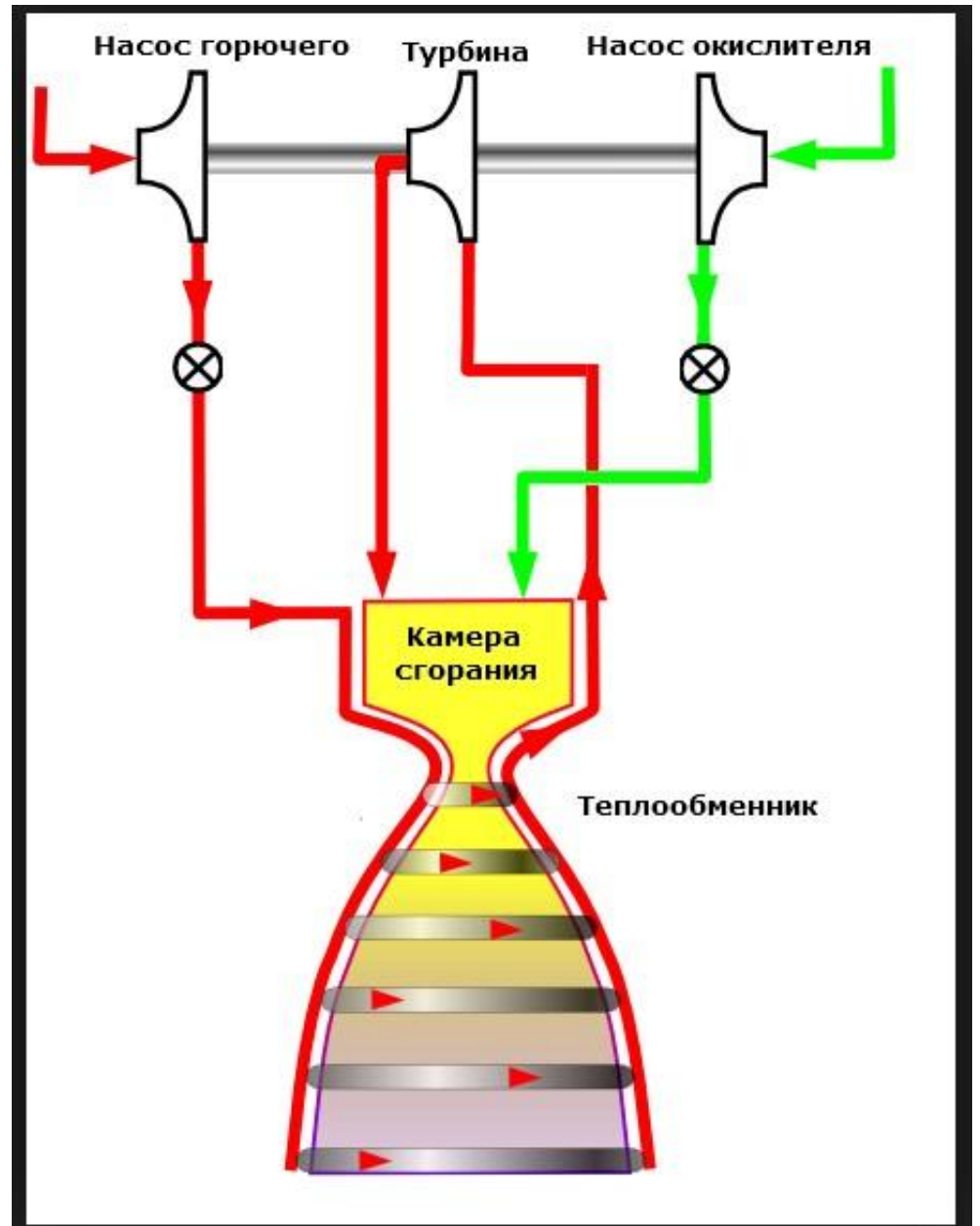
Кибальчич Николай
Иванович (1853-1881)



Ракета 1903 года



Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД)



Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД)

Окислитель	Горючее	Усреднённая плотность топлива, г/см ³	Температура в камере сгорания, К	Пустотный удельный импульс, с
<u>Кислород</u>	<u>Водород</u>	0,3155	3250	428
	<u>Керосин</u>	1,036	3755	335
	<u>Несимметричный диметилгидразин</u>	0,9915	3670	344
	<u>Гидразин</u>	1,0715	3446	346
	<u>Аммиак</u>	0,8393	3070	323
	<u>Тetraоксид азота</u>	<u>Керосин</u>	1,269	3516
<u>Несимметричный диметилгидразин</u>		1,185	3469	318
<u>Гидразин</u>		1,228	3287	322
<u>Фтор</u>	<u>Водород</u>	0,621	4707	449
	<u>Гидразин</u>	1,314	4775	402
	<u>Пентаборан</u>	1,199	4807	361

Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД). Тяга



Второе место по тяге отечественный жидкостной двигатель РД-171М — 793

т

$P_{уд}$ — 309/337 с

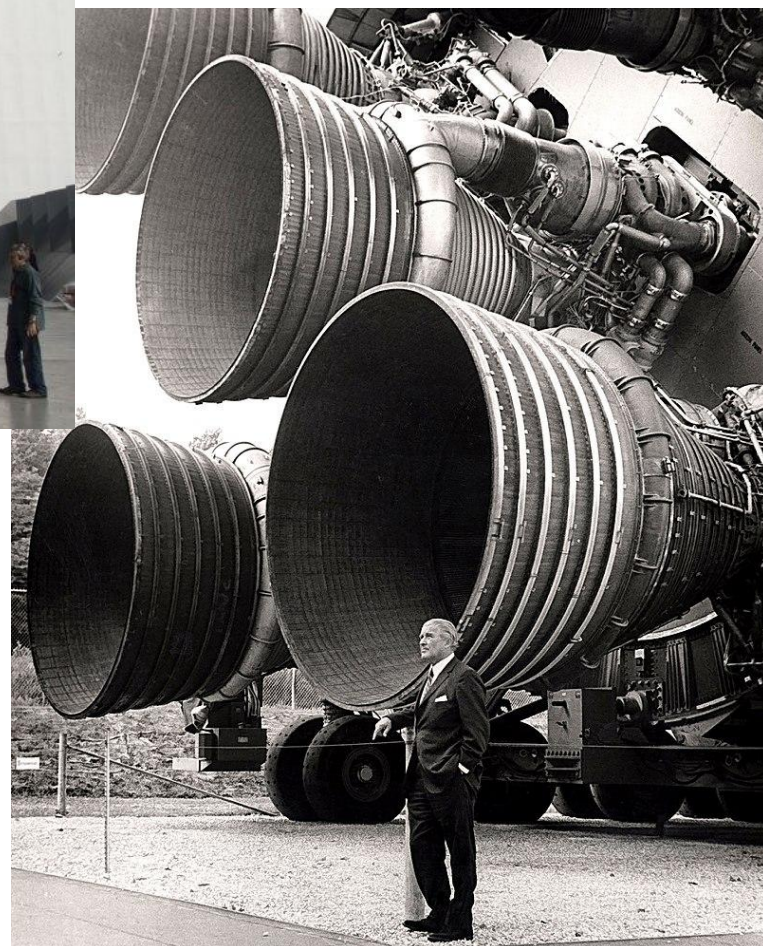
p — 250 кг/см кв.

Третье место по тяге F-1 - 679 т

q — 3 т/сек

$P_{уд}$ — 263/304 с

p — 80,6 кг/см кв.



Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД). Удельный импульс

2 место

по удельному импульсу

РД-171М

F_T — 7,1 т

q — 15,37 кг/с

$R_{уд}$ — 462 с

ρ — 57 кг/см кв.

Индийская РН «ГСЛВ»



РД RL-10

1 место по удельному импульсу F_T — 11 т

$R_{уд}$ — 465 с

Сатурн-5, Атлас-5, Дельта

Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД). Давление в камере сгорания

2 место

по давлению в камере сгорания

РД-191

F_T — 196/

212,6 т

$R_{уд}$ — 311,5/

337,4 с

p — **259 кг/см кв.**

РН «Ангара»



РД-180

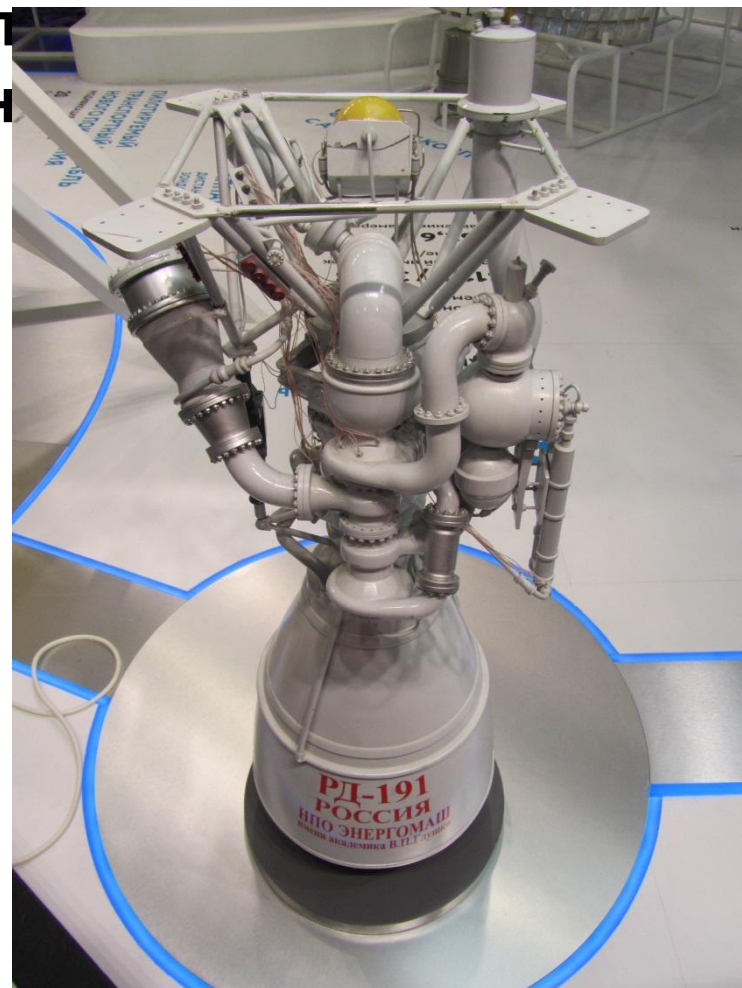
1 место по давлению в камере сгорания

F_T — 390,2/423,4 т

$R_{уд}$ — 311,9/338,4 с

p — **261,7 кг/см кв**

Атлас-3, Атлас-5



Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД).

Надежность



РД-107/108

$F_T - 83/102$ Т

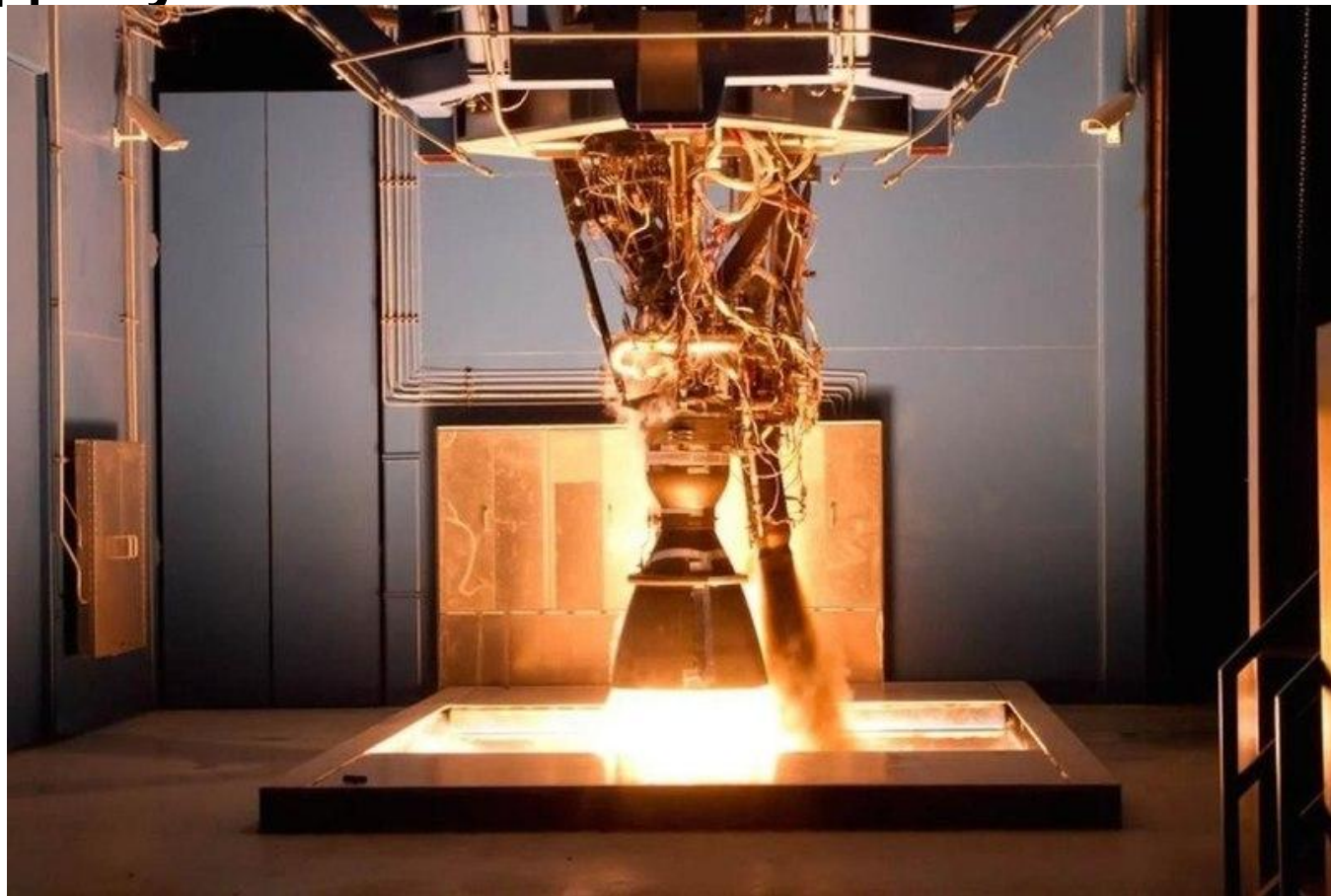
$P_{уд} - 256/313$ с

$\rho - 60$ кг/см

КВ.

«Союз»

Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД). Доступность



Merlin-1D

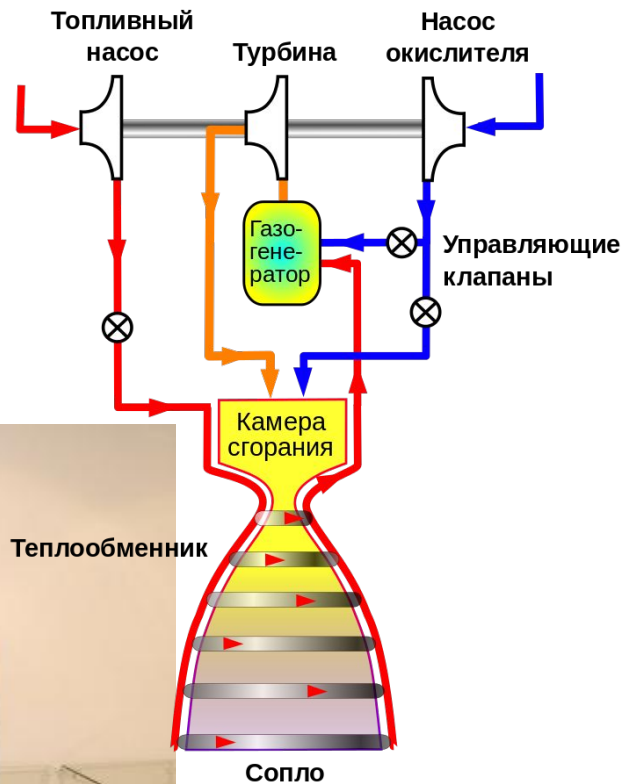
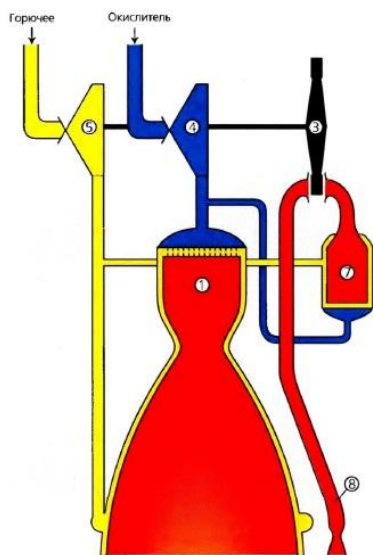
F_T – 67/82 т

$P_{уд}$ – 282/311 с

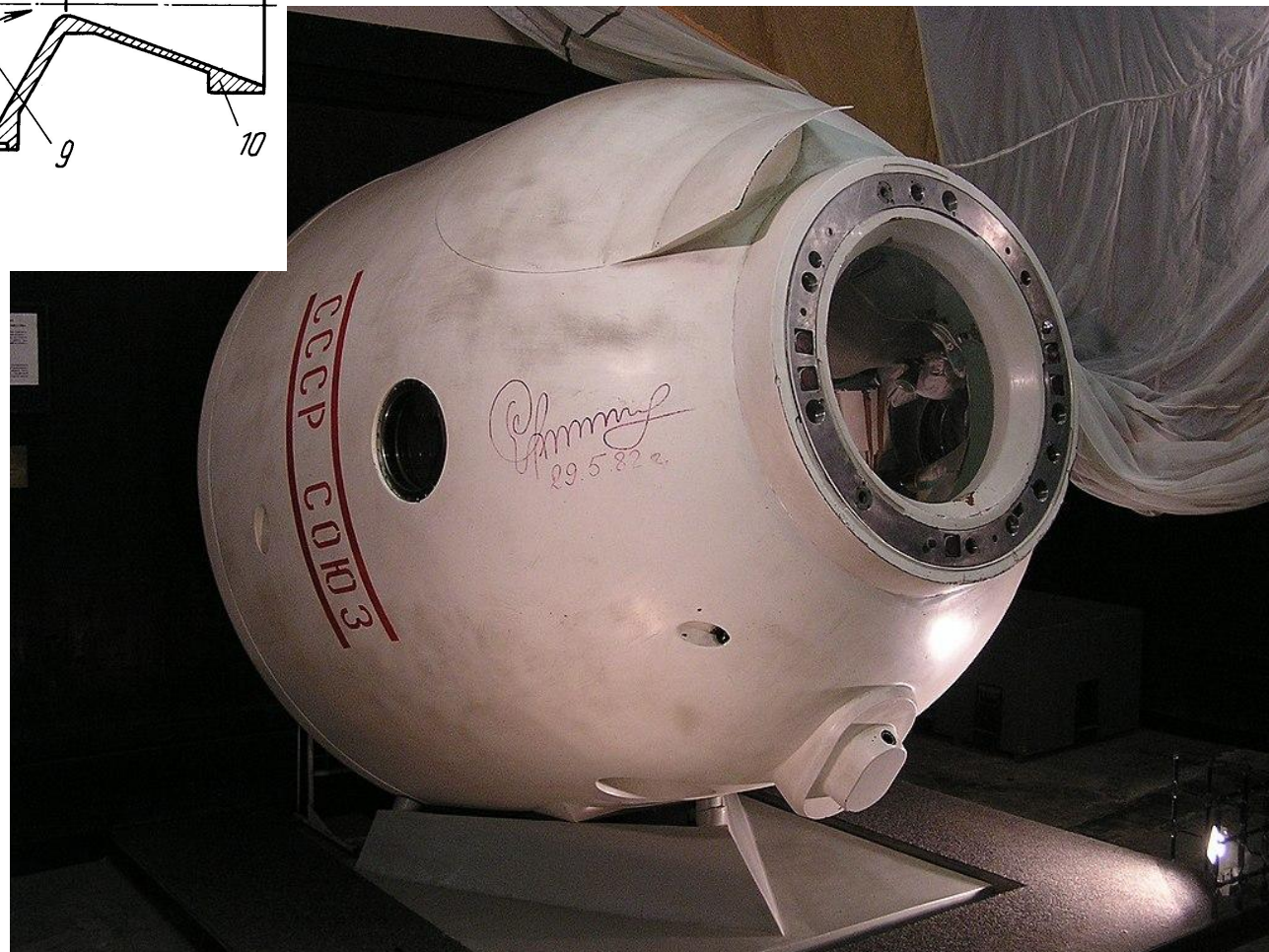
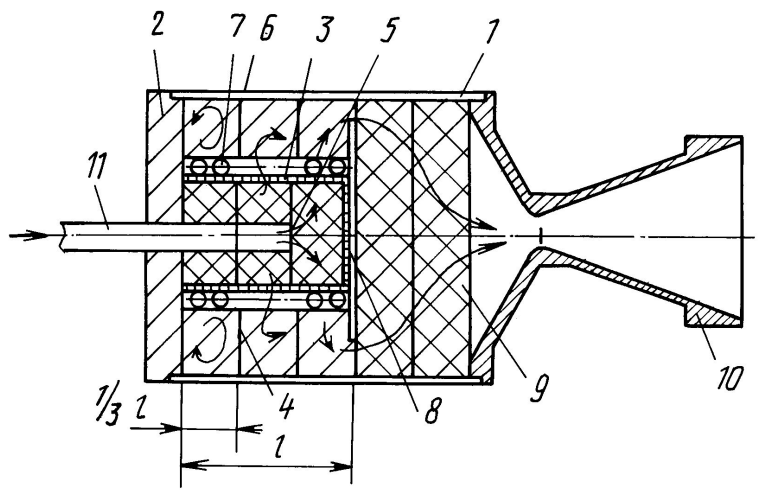
ρ – 97 кг/см кв.

Falcon 1, Falcon 9,
Falcon Heavy

Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД замкнутого типа).



Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД однокомпонентный).



Воздушно-реактивный двигатель (ВРД)

